



**FERNANDO ANTÓNIO ESTUDO DAS COMUNIDADES BENTÓNICAS NUMA
FRANCISCO RICARDO ÁREA DE EXPLORAÇÃO DE BIVALVES**



**FERNANDO ANTÓNIO FRANCISCO RICARDO ESTUDO DAS COMUNIDADES BENTÓNICAS NUMA
ÁREA DE EXPLORAÇÃO DE BIVALVES**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção de grau de Mestre em Biologia Marinha, realizada sob a orientação do Doutor Victor Manuel dos Santos Quintino, Professor no Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro e co-orientação da Doutora Rosa de Fátima Lopes de Freitas, Investigadora auxiliar do Centro de Estudos do Ambiente e do Mar no Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família pelo esforço realizado ao longo destes anos.

o júri

presidente

Professora Doutora Maria Ângela Sousa Dias Alves Cunha
Professora auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

Professor Doutor Victor Manuel dos Santos Quintino
Professor auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

Doutora Rosa de Fátima Lopes de Freitas
Investigadora auxiliar do Centro de Estudos do Ambiente e do Mar

Professor Doutor Sérgio Miguel Franco Martins Leandro
Equiparado a Professor Adjunto da Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar de Peniche do Instituto Politécnico de Leiria.

Agradecimentos

Ao longo destes dois anos muitas foram as pessoas que, de algum modo, tiveram um contributo indispensável para o culminar deste ciclo. As suas decisivas intervenções permitiram ultrapassar diversas dificuldades com que me deparei.

Ao Professor Doutor Victor Quintino por me ter dado a oportunidade de integrar a sua equipa de trabalho. Pela sua orientação, críticas, apoio e atenção manifestados no decorrer deste trabalho.

Não podia deixar de agradecer à Professora Doutora Ana Maria Rodrigues pelo seu apoio e conselhos que me encorajaram a finalizar este trabalho.

À Doutora Rosa Freitas, pela sua ajuda na integração no grupo de trabalho, na campanha de amostragem e na interpretação dos dados acústicos.

Ao projecto “ACOSHELF: Coastal shelf ecosystems studies using acoustics” que possibilitou a realização deste estudo.

Um sentido agradecimento ao Sr. Rui, técnico do Departamento de Biologia, pelo esforço dispendido na campanha de amostragem.

Ao Leandro Sampaio e ao Fábio Pereira pela sua inabdicável ajuda na identificação dos macroinvertebrados bentónicos.

Aos meus colegas de laboratório Marta, Renato, Leandro, Adília, Patrícia, Dina, Púri e Roberto pelos sorrisos e palavras de encorajamento.

A um amigo muito especial Renato Mamede, pela sua companhia, apoio, amizade e PACIÊNCIA demonstrados ao longo destes dois anos. Muito Obrigado Amigo.

À Marta não sei como agradecer. A conclusão deste trabalho sem ti seria muito mais difícil.

Aos meus amigos Nuno, Filipa, Gonçalo Prista, Élio Ribeiro, Susana Ribeiro que me incentivaram neste percurso e que me apoiaram nos momentos mais difíceis.

palavras-chave

Sistema acústico de discriminação de fundos; comunidades de macroinvertebrados bentónicos; granulometria; plataforma continental, Portugal

resumo

O presente estudo integra os resultados obtidos por um sistema acústico de discriminação de fundos (QTC VIEW, Série V) ligado a uma eco-sonda de dupla frequência (50 e 200 kHz), com a análise granulométrica dos sedimentos superficiais e o estudo das comunidades de macroinvertebrados bentónicos. O estudo foi desenvolvido na costa algarvia, numa extensão de 50Km, entre Olhão e Vila Real de Santo António, entre 3 e 30m de profundidade, abrangendo uma área de aproximadamente 270km² onde a exploração bivalve é intensa.

Da análise dos dados acústicos, para ambas as frequências, foram obtidas duas classes acústicas, correspondendo a duas áreas geográficas distintas: uma localizada mais perto da costa, entre 3 e 7m de profundidade e outra situada mais ao largo, entre 7 e 30m de profundidade. A análise granulométrica mostrou uma correspondência próxima entre a diversidade acústica e os principais grupos sedimentares: a classe acústica situada perto da costa está caracterizada principalmente por areias médias e finas, ao passo que, a classe acústica encontrada mais ao largo é constituída por areia grosseira e muito grosseira. A análise dos dados biológicos indicou a ocorrência de duas comunidades principais: uma localizada junto da costa e outra ao largo. A comunidade localizada perto da costa encontra-se dividida em três subgrupos, um situado na entrada de Ria Formosa, e os restantes ao longo da costa.

O sistema acústico utilizado identificou as duas grandes áreas sedimentares e grupos biológicos, não sendo, no entanto, capaz de identificar os sub-grupos sedimentares e biológicos existentes na área de estudo. Este facto reforça a necessidade de incluir o estudo de descritores ambientais e biológicos em estudos que envolvam o mapeamento detalhado de biótopos bentónicos costeiros.

keywords

Acoustic seabed classification; benthic macroinvertebrate communities, sediment grain-size; coastal shelf; Portugal

abstract

The present study integrates the results obtained from an acoustic survey with a single-beam ground discrimination system (QTC VIEW, Series V) connected to a dual frequency echo sounder (50 and 200 kHz), with the study of sediment grain size and benthic macroinvertebrate communities. The study was conducted in the Southern coast of Portugal, between 3 and 30m water depth, along 50 Km and covering an area of approximately 270 Km² where bivalve exploitation is intense.

From the analysis of the acoustic data, for both frequencies, two acoustic classes were obtained, corresponding to two distinct geographical areas: one located inshore, between 3 and 7 meters depth and the other offshore, between 7 and 30 meters depth. The grain-size analysis showed a close agreement between the acoustic diversity and the main sedimentary groups: the acoustic class located inshore is mainly characterized by medium and fine sands while the acoustic class located offshore corresponds coarse and very coarse sand. The biological data indicates the occurrence of two main groups in this coastal area also distributed inshore and offshore. The inshore group is divided in three sub-groups, one located at the entrance of Ria Formosa, and the others along the coast.

The acoustic diversity corresponds well to the two main sedimentary areas and the two main biological communities. The acoustic results permit thus to map the main areas with higher spatial resolution than that obtained from the point sampling used to study the sediments and the benthic communities. However, the acoustic diversity was unable to recognize the details in both the benthic communities and the superficial sediments, reinforcing the need to include the study of both descriptors in a detailed mapping of coastal benthic biotopes.

Índice

ÍNDICE DE FIGURAS	2
ÍNDICE DE TABELAS	5
1. Introdução	7
1.1. Plataforma algarvia	7
1.2. Comunidades de macroinvertebrados bentónicos	8
1.3. Apanha de bivalves na costa algarvia	9
1.4. Métodos acústicos	11
2. Objectivos.....	12
3. Metodologia.....	12
3.1 Área de estudo.....	12
3.2. Amostragem acústica	13
3.3. Amostragens sedimentares.....	14
3.4. Análises laboratoriais.....	15
3.4.1. Análise granulométrica.....	15
3.4.2 Análise da macrofauna bentónica	16
3.4.3 Análise dos dados acústicos.....	17
4. Resultados.....	18
4.1 Sedimentos superficiais.....	18
4.2. Comunidades de macrofauna	21
4.3. Dados acústicos.....	45
5. Discussão	51
6. Conclusão.....	54
7. Referências bibliográficas.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização das áreas de apanha de bivalves na costa algarvia e respectivo esforço de pesca. LAG, Lagos; ALV, Alvor; POR, Portimão; ODA, Olhos de Água; VIL, Vilamoura; PFA, Praia de Faro; CUL, Culatra; ARM, Armona; FUZ, Fuzeta; SLU, Santa Luzia; CAC, Cacela; MTR, Manta	10
Figura 2 – Sotavento algarvio. Área de estudo mostrando os transectos acústicos do QTC VIEW, Série V e os locais de amostragem para o estudo dos sedimentos superficiais e das comunidades bentónicas.	13
Figura 3 - Sistema acústico utilizado para a obtenção dos dados acústicos.....	14
Figura 4 - Draga Van Veen de 0,05 m ² utilizada na colheita das amostras sedimentares.	15
Figura 5 – Distribuição espacial dos tipos sedimentares.....	18
Figura 6 – Dendrograma (ligações médias) baseado na análise da matriz de dados granulométricos.	19
Figura 7 - Diagrama de ordenação resultante da análise da matriz de dados granulométricos.	19
Figura 8 - Distribuição espacial dos grupos de afinidade relativos aos dados granulométricos.	20
Figura 9 - Distribuição espacial dos valores da riqueza taxonómica.	21
Figura 10 - Distribuição espacial dos valores da abundância.	22
Figura 11 – Distribuição espacial do índice de Margalef (d).....	23
Figura 12 - Distribuição espacial do índice de Pielou (J).	23

Figura 13 - Distribuição espacial do índice de Shannon-Wiener (H').....	24
Figura 14 - Distribuição espacial do índice de Simpson ($1-\lambda$).	24
Figura 15 – Distribuição espacial da riqueza taxonômica de anelídeos.	25
Figura 16 – Distribuição espacial da abundância em anelídeos.	26
Figura 17 - Distribuição espacial da riqueza taxonômica dos crustáceos.....	27
Figura 18 – Distribuição espacial da abundância dos crustáceos.....	27
Figura 19 - Distribuição espacial da riqueza taxonômica dos moluscos.....	28
Figura 20 - Distribuição espacial da abundância em moluscos.	29
Figura 21 - Distribuição espacial da riqueza taxonômica dos equinodermes.	30
Figura 22 - Distribuição espacial da abundância em equinodermes.....	30
Figura 23 – Dendrograma (ligações médias) baseado na análise da matriz de dados biológicos.	31
Figura 24 - Diagrama de ordenação resultante da análise da matriz de dados biológicos. Os grupos (A1, A2, A3 e B) foram obtidos por análise de classificação.....	32
Figura 25 - Distribuição espacial dos grupos de afinidade referentes aos dados biológicos.	32
Figura 26 – Distribuição espacial de <i>Ervilia castanea</i>	37
Figura 27 – Distribuição espacial de <i>Donax trunculus</i>	37
Figura 28 – Distribuição espacial de <i>Eurydice spinigera</i>	38

Figura 29 – Distribuição espacial de <i>Diogenes pugilator</i>	38
Figura 30 – Distribuição espacial de <i>Siphonocetes</i> sp.....	39
Figura 31 – Distribuição espacial de <i>Ophiura texturata</i>	39
Figura 32 – Distribuição espacial de <i>Spisula subtruncata</i>	40
Figura 33 – Distribuição espacial de <i>Echinocardium</i> spp.....	41
Figura 34 – Distribuição espacial de <i>Lumbrineris</i> cf. <i>latreilli</i>	42
Figura 35 – Distribuição espacial de <i>Photis longipes</i>	42
Figura 36 – Distribuição espacial de <i>Caprella</i> sp.....	43
Figura 37 – Distribuição espacial de <i>Ampelisca</i> spp.	43
Figura 38 – Distribuição espacial de <i>Prionospio fallax</i>	44
Figura 39 – Distribuição espacial de <i>Prionospio</i> cf. <i>multibranchiata</i>	44
Figura 40 – Representação das classes acústicas para a frequência de 50 kHz.	45
Figura 41 - Representação das classes acústicas para a frequência de 200kHz.	45
Figura 42 - Sobreposição do mapeamento acústico com a frequência de 50 kHz com a distribuição espacial dos grupos sedimentares na área de estudo.....	47
Figura 43 - Sobreposição do mapeamento acústico com a frequência de 200 kHz com a distribuição espacial dos grupos sedimentares na área de estudo.....	48
Figura 44 - Sobreposição do mapeamento acústico com a frequência de 50 kHz com a distribuição espacial dos grupos biológicos na área de estudo.	49

Figura 45 - Sobreposição do mapeamento acústico com a frequência de 200 kHz com a distribuição espacial dos grupos biológicos na área de estudo.	50
Figura 46 – Distribuição na área de estudo dos grupos de afinidade biológica A e B e dos locais de apanha de bivalves.	52
Figura 47 - Distribuição espacial na área de estudo de <i>Glycera tridactyla</i>	53

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos sedimentos adaptado de Wentworth (Doeglas, 1968 in Freitas et al., 2008) com uma adaptação proposta por Larssonneur (1977 in Freitas et al., <i>op. cit.</i>).	16
Tabela 2 - Caracterização dos grupos ambientais evidenciados na análise multivariável.	20
Tabela 3 – Caracterização dos grupos de afinidade.....	33
Tabela 4 – Abundância média das espécies dos grupos A1, A2, A3 e B. A tabela apenas inclui as espécies que apresentam abundância superior a 5% do total.	34
Tabela 5 – Caracterização sedimentar das classes acústicas para a frequência de 50kHz.	46
Tabela 6 - Caracterização sedimentar das classes acústicas para a frequência de 200kHz.	47
Tabela 7 - Caracterização biológica das classes acústicas para a frequência de 50kHz.	49
Tabela 8 - Caracterização biológica das classes acústicas para a frequência de 200kHz.	50

1. Introdução

1.1. Plataforma algarvia

Portugal possui uma faixa costeira com cerca de 1200 Km de extensão, dos quais cerca de 100 Km correspondem à costa algarvia, localizada no sul de Portugal (Falcão et al., 2003). Dada a sua localização, a costa algarvia encontra-se protegida dos ventos dominantes do quadrante norte, o que não se verifica relativamente aos ventos de sudoeste e este. Atendendo à orientação predominante dos ventos do sul, a parte oeste da costa é designada de Barlavento e a parte este de Sotavento. O Barlavento algarvio é caracterizado por praias dotadas de falésias e formações rochosas, ao passo que o Sotavento é caracterizado por dunas, lagoas e extensas praias de areias (Costa e Franca, 1982). A plataforma algarvia é bastante estreita, variando a sua largura entre os 7 e os 28 Km (Magalhães, 2001 e Marques, 1982).

As correntes sobre a plataforma algarvia são, de um modo geral, fracas predominando as correntes de deriva sobre as de maré, que apenas conseguem impor as suas características perante uma quase total ausência de vento. Esta corrente de deriva tende a adaptar-se ao perfil da costa, correndo paralelamente a esta em ambos os sentidos, próximo da linha batimétrica dos 30 m. A sua intensidade atinge valores próximos dos 50 cm/s em casos extremos sendo, de um modo geral, inferior a 25 cm/s (Magalhães, 2001). O regime de maré é semi-diurno e a amplitude média entre marés é de 2 m, com um máximo de 3,5 m e um mínimo de 0,5 m (Falcão et al., 2003).

Ao longo da costa a energia média das ondas é considerada baixa a moderada podendo, no entanto, sofrer alterações sazonais, registando-se um aumento no Inverno devido, essencialmente, a episódios de mau tempo o que resulta na erosão das praias (Dolbeth et al., 2006).

As linhas isobatimétricas dos 10 e dos 20 m, contrariamente às dos 50 e dos 100 m, acompanham a linha de costa com uma certa regularidade (Costa e Franca, 1982).

Em termos de condições hidrológicas, tais como a salinidade, pH e temperatura da água, estas são bastante uniformes. A salinidade é praticamente constante ao longo do ano, variando entre os 36,1 e os 36,3 à superfície e entre os 36,1 e os 36,4 a 50 m de profundidade. A temperatura da água atinge valores máximos entre Julho e Agosto e valores mínimos em Janeiro e Fevereiro (Gaspar et al., 2009)

Em termos sedimentares, a plataforma algarvia é dominada por areias médias e finas, tendo sido observadas areias grosseiras a oriente de Lagos a profundidades que, de um modo geral, não ultrapassam os 50 m. Esta faixa de areia grossa é interrompida por areias médias em frente ao cabo de Sta. Maria. A menor largura da plataforma nesta zona poderá facilitar a remobilização e a consequente mistura de partículas. Dadas as circunstâncias, o afluxo de areias médias provenientes do sistema de ilhas barreira seria responsável, nesta zona, pelo desaparecimento da referida faixa. Nas desembocaduras dos rios Arade e Guadiana, surgem manchas de silte argiloso que correspondem, provavelmente, aos prodeltas destes rios (Magalhães, 2001).

A Ria Formosa, localizada no Sotavento Algarvio, estende-se pelos concelhos de Loulé, Faro, Olhão, Tavira e Vila Real de Santo António, abrangendo uma área de cerca de 105 Km² ao longo de 55 km desde o rio Ancão até à praia da Manta Rota (Dias et al., 2009). A sul, a Ria Formosa é protegida do Oceano Atlântico por um cordão dunar quase paralelo à orla continental, formado por duas penínsulas (a Península do Ancão, que engloba a praia do Ancão e a praia de Faro; e a Península de Cacela, que engloba a Praia de Cacela Velha e a Praia da Fábrica) e cinco ilhas barreira arenosas (Ilha da Barreta, Ilha da Culatra, Ilha da Armona, Ilha de Tavira e Ilha de Cabanas), que servem de protecção a uma vasta área de sapal, canais e ilhotes (Magalhães, 2001 e Dias et al., 2009). A Ria Formosa constitui um berçário para várias espécies de peixes, moluscos e crustáceos, sendo também, utilizada para a cultura e exploração de moluscos bivalves (Costa e Franca, 1982).

1.2.Comunidades de macroinvertebrados bentónicos

O sedimento móvel marinho, apesar de constituir um dos maiores e mais antigos habitats existentes no mundo, encontra-se muito pouco estudado ao nível das suas comunidades e padrões de riqueza taxonómica (Mair et al., 2009). Neste tipo de sedimentos as perturbações físicas constituem, aparentemente, o factor chave controlador da composição temporal e espacial das populações de macroinvertebrados. Este tipo de perturbações pode ser induzido naturalmente através, por exemplo, do impacto da ondulação e das marés, ou resultar de acções antrópicas, tais como a pesca e dragagem. As complexas interacções biológicas que, por sua vez controlam as propriedades do sedimento, também desempenham um importante papel na regulação dos padrões da biota (Dolbeth et al., 2006).

Os habitats sedimentares são caracterizados por uma estrutura tridimensional, extremamente importante para o funcionamento do ecossistema, que pode ser o resultado de variações físicas naturais do substrato, tais como manchas de diferentes tipos de sedimento, ou alterações biológicas (ex. conchas, tubos de diferentes tamanhos, formas e constituições) (Gray et al., 2006).

A pesca de arrasto é responsável por alterações na estrutura das comunidades bentónicas, de tal forma que, as áreas sujeitas a este tipo de actividade são dominadas por espécies/indivíduos de menores dimensões e por espécies oportunistas (Olsgard et al., 2008). Apesar do nível de impacto da pesca de arrasto depender do tipo de habitat, o resultado é a homogeneização dos habitats, levando à redução da biomassa, tamanho corporal, produção e diversidade (Svane et al., 2009).

Na região costeira onde este estudo foi realizado, existe actividade intensa de apanha de bivalves por pesca de arrasto (Gaspar et al., 2009 e Falcão et al., 2003). Os utensílios usados nesta actividade são causadores de perturbações nos vários organismos que habitam os fundos marinhos, induzindo directa e indirectamente a morte de espécies com e sem interesse comercial e alterando as características sedimentares e geoquímicas do local (Falcão et al., 2003 e Palma et al., 2003). Apesar dos utensílios utilizados no arrasto destinado à apanha de bivalves estarem adaptados para o efeito, pequenos peixes, invertebrados bentónicos e espécies de bivalves sem interesse comercial são, igualmente, capturados. Embora estes sejam devolvidos ao mar podem não sobreviver, induzindo alterações nas comunidades de organismos que habitam essas áreas (Palma et al., 2003).

A degradação dos ecossistemas marinhos tem sido alarmante, sendo a conservação da diversidade biológica de importância crítica. As actividades antrópicas, especialmente nas áreas costeiras, constituem directa ou indirectamente a principal causa das mudanças na biodiversidade marinha (Ellingsen et al., 2002).

1.3.Apanha de bivalves na costa algarvia

A região costeira Algarvia sofreu desde sempre uma grande pressão humana, especialmente graças às suas óptimas condições de habitabilidade com climas quentes e facilidade de obtenção de alimento graças à sua ampla interface terra/mar, o que levou ao desenvolvimento da actividade agrícola e piscatória e consequentemente do comércio e indústria. A grande variedade de riqueza ao nível dos “produtos” marinhos (como

crustáceos, moluscos e peixes), fez desta região uma das mais apetecíveis para ocupação humana.

Dada a natureza rochosa dos fundos marinhos em algumas áreas da plataforma algarvia, a pesca de arrasto apenas pode ser levada a cabo entre Vila Real de Santo António e Olhos de Água e entre Portimão e Lagos (Fig. 1) (Gaspar et al., 2009).

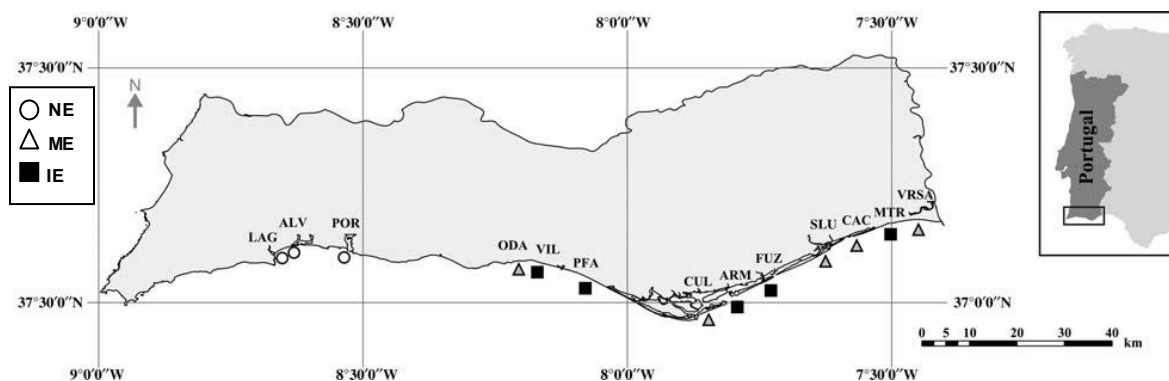


Figura 1 – Localização das áreas de apanha de bivalves na costa algarvia e respectivo esforço de pesca. LAG, Lagos; ALV, Alvor; POR, Portimão; ODA, Olhos de Água; VIL, Vilamoura; PFA, Praia de Faro; CUL, Culatra; ARM, Armona; FUZ, Fuzeta; SLU, Santa Luzia; CAC, Cacela; MTR, Manta Rota; VRSA, Vila Real de Sto. António; NE, áreas não exploradas; ME, áreas de exploração média; IE, áreas de intensa exploração. (Adaptado de Gaspar et al., 2009)

Na costa algarvia a apanha de bivalves encontra-se dirigida para as espécies de maior interesse comercial como é o caso da ameijão-branca (*Spisula solida*), conculha (*Donax trunculus*), longueirão (*Ensis siliqua*), pé-de-burrinho (*Chamelea gallina*) e navalha (*Pharus legumen*) (Gaspar e Monteiro, 2001 e Rufino et al., 2010). Estas espécies encontram-se distribuídas ao longo de uma faixa de águas pouco profundas (1-15m), caracterizada por fundo arenoso (Falcão et al., 2003 e Rufino et al., *op. cit.*).

De modo a gerir a actividade de apanha de bivalves, a delimitar a distribuição geográfica e batimétrica das espécies e a avaliar as relações interespecíficas, o Instituto de Investigação das Pescas e do Mar (IPIMAR) tem vindo a realizar amostragens bianuais desde 1986 dos bivalves que habitam nas áreas onde se realiza esta actividade (Rufino et al., 2010).

1.4.Métodos acústicos

Estudos recentes mostraram a capacidade de diversos sistemas acústicos para classificar fundos marinhos (Solan et al., 2003). O sistema acústico de feixe simples utilizado neste estudo, para além de ser um método não invasivo e capaz de colectar os dados quase continuamente, tem a vantagem de ter custos relativamente reduzidos e fácil mobilidade (Gleason et al., 2007 e Freitas et al., 2008).

Os sistemas acústicos de feixe simples podem ser utilizados para obter informação sobre as características do fundo marinho, emitindo um pulso de som de frequência entre os 30 e os 200 kHz, que se reflecte no fundo e é recebido pelo transdutor (Kenny et al., 2000). Baixas frequências possuem pequenas perdas de sinal na água, o que significa que transmitem mais energia para o fundo, causando maior penetração do sinal no sedimento (aproximadamente 10 cm) e trazendo mais informação de volta ao transdutor. Neste caso, como a profundidade de penetração é maior, a quantidade de informação do substrato que é incluída no sinal de retorno também é maior. Os transdutores de baixa frequência têm geralmente ângulos de feixe maiores (15°-30°). As frequências acima de 100 kHz sofrem mais atenuação na água e, conseqüentemente, não transmitem tanta energia para o fundo, o que resulta numa penetração reduzida no sedimento (poucos centímetros), o que reduz a informação retirada do substrato e, conseqüentemente, a discriminação detalhada do fundo. Assim, estas frequências são usadas para detectar pequenas diferenças nos fundos, tal como diferenças entre tipos do sedimento (Collins e Rhynas, 1998).

Neste estudo foi utilizado o sistema acústico de feixe simples QTC VIEW, Série V. Diversos estudos têm revelado a capacidade deste sistema para distinguir vários tipos de fundos, associados a propriedades acústicas distintas. Trabalhos efectuados por Freitas et al. (2003a, 2005a), Hamilton et al. (1999), Collins e Galloway (1998), Collins e Lacroix (1997), Anderson, et al. (2002), Freeman et al. (2004) e Mackinson, et al. (2004) demonstraram que a resposta acústica depende nomeadamente da granulometria do sedimento, presença ou ausência de conchas e algumas espécies bentônicas, o que permite alargar a potencial aplicação da acústica. Riegl et al. (2005) mostraram na Lagoa do Rio Indiano (Florida, EUA), que o sistema acústico era capaz, dentro de limites, de diferenciar não apenas os tipos de sedimento mas também de detectar algas e plâncton. Num estudo conduzido no golfo árabe (Dubai, UAE), Riegl e Purkis (2005), mostraram que o mesmo sistema acústico era uma ferramenta complementar útil às observações por detecção remota, revelando a capacidade de produzir mapas de áreas de corais em

zonas mais profundas. Moyer et al. (2005), trabalhando em Broward County (Florida, EUA) mostraram que o sistema podia detectar espacialmente três comunidades diferentes do recife de coral. Preston et al. (2006) e Quintino et al. (2010) relataram a eficácia do mesmo sistema acústico para detectar áreas ocupadas por vegetação subaquática. Gleason et al. (2007), examinando uma área perto do recife de Carysfort, Florida (EUA), indicaram que este sistema de discriminação sedimentar podia distinguir sedimento rochoso de sedimento arenoso, revelando-se desta forma, uma ferramenta útil para a identificação do habitat da garoupa.

Assim, atendendo a que factores como a granulometria, oxigénio dissolvido, teor de matéria orgânica, intensidade luminosa, salinidade e potencial redox condicionam a distribuição das comunidades bentónicas, com esta nova tecnologia, considera-se um grande desafio usar a informação fornecida pelo sistema acústico de feixe simples (QTC) para aprender algo sobre a distribuição e a abundância de populações, de comunidades, e de habitats do fundo marinho (Hewit et al., 2004).

2. Objectivos

Este trabalho tem como principal objectivo a caracterização das comunidades de macrofauna bentónica da costa algarvia, entre Olhão e Vila Real de Santo António, situada a baixa profundidade, entre 3 e 30 metros, conjugando métodos de amostragem pontual dirigidos ao estudo de descritores biológicos e de descritores sedimentares, e métodos de amostragem acústica.

3. Metodologia

3.1 Área de estudo

A área de estudo do presente trabalho está localizada no Sotavento algarvio e abrange uma extensão de 50 Km entre Olhão e Vila Real de Santo António, entre 3 e 30m de profundidade, compreendendo uma área de aproximadamente 270 km² (Fig. 2).

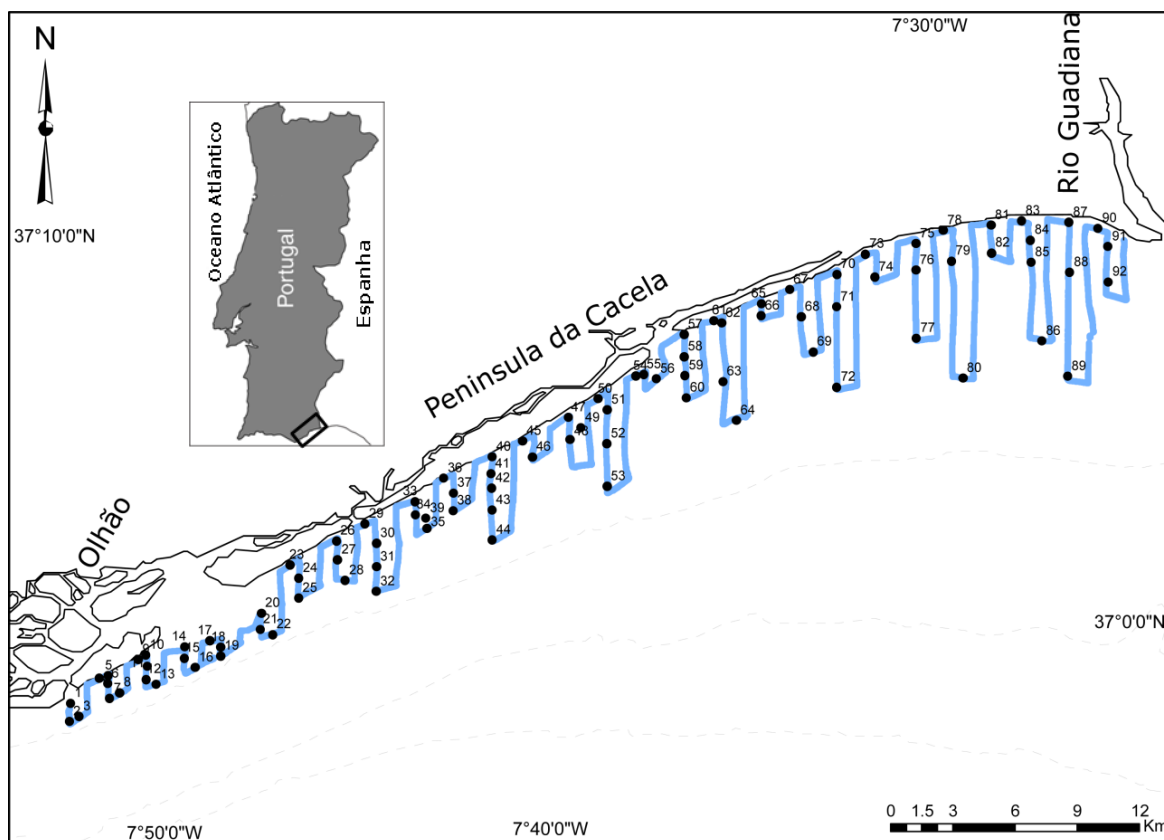


Figura 2 – Sotavento algarvio. Área de estudo mostrando os transectos acústicos do QTC VIEW, Série V e os locais de amostragem para o estudo dos sedimentos superficiais e das comunidades bentónicas.

3.2. Amostragem acústica

Os dados acústicos foram adquiridos em Julho de 2008, a bordo da embarcação “Diplodus”, usando um sistema acústico, QTC VIEW, Série V acoplado a uma eco-sonda de feixe simples, Hondex – 7300II de dupla frequência (50 e 200 kHz). O sistema permite registar continuamente o posicionamento por DGPS (Sistema de posicionamento global em modo diferencial) e gerar os dados obtidos em computador portátil (Fig. 3).

O funcionamento deste sistema acústico pode ser resumido da seguinte forma: a eco-sonda emite um impulso que atravessa a coluna de água; o impulso atinge o fundo (fundos diferentes reflectem o impulso de formas diferentes) e o eco retorna para o transdutor, onde é convertido em energia eléctrica que é passada de novo à eco-sonda e ao QTC, que simultaneamente recebe dados de posicionamento pelo GPS; por último, estes dados são recebidos pelo computador portátil, onde são adquiridos pelo programa

QTC 5. O pós-processamento é efectuado no programa QTC IMPACT V. 3.40 (QTC IMPACT User Manual, 2004).



Figura 3 - Sistema acústico utilizado para a obtenção dos dados acústicos.

As amostragens acústicas para cada frequência (50 e 200 kHz) foram adquiridas em amostragens consecutivas. O transdutor foi montado na parte lateral da embarcação e o mais longe possível do motor para evitar ao máximo a turbulência. Para cada frequência, a amostragem acústica incluiu 56 linhas perpendiculares à costa, espaçadas entre si cerca de 900 m (Fig. 2). A velocidade da embarcação não excedeu os 6 nós.

3.3. Amostragens sedimentares

Para a validação dos dados acústicos foram colectadas amostras de sedimento com o auxílio de uma draga Van Veen (0,05 m²) (Fig. 4) em 88 locais de amostragem (Fig. 2). Estas amostras de sedimento foram colectadas logo após a aquisição dos dados acústicos. De modo a cobrir o mais possível a área sujeita à análise acústica, os locais de amostragem foram posicionados o mais próximo possível dos transectos acústicos (Fig. 2).



Figura 4 - Draga Van Veen de 0,05 m² utilizada na colheita das amostras sedimentares.

Em cada local de amostragem foram obtidas duas réplicas, uma destinada à análise granulométrica do sedimento e a outra para o estudo da macrofauna bentónica. As amostras foram armazenadas em recipientes de plástico, sendo as amostras destinadas à análise de macrofauna lavadas a bordo num crivo com malha de 1 mm, fixadas em formol neutralizado a 4%, e coradas com Rosa de Bengala.

3.4. Análises laboratoriais

3.4.1. Análise granulométrica

A análise granulométrica do sedimento foi realizada através da crivagem húmida e a seco seguindo os procedimentos descritos por Quintino et al. (1989): i) destruição da matéria orgânica do sedimento utilizando H₂O₂; ii) determinação do peso seco total (P1) do sedimento, seguido pela desagregação das partículas do sedimento com tetra-pirofosfato de sódio (30 g/l) e crivadas em malha de 63 µm; iii) medição do segundo peso seco (P2) e determinação do peso seco abaixo da fracção de 63 µm através da diferença entre P1 e P2; iv) colocação da fracção P2 na torre de crivos com malhas entre 63 µm e 4mm durante 15 minutos a 50 rotações por segundo; v) pesagem das fracções retidas em cada malha da torre de crivos e determinação da percentagem de cada fracção em relação ao peso seco total (excluindo o material biogénico).

A matriz dos dados granulométricos inclui, para cada amostra, 6 classes: <63 µm, 63 - 125 µm, 125 - 250 µm, 250 – 500 µm, 500 – 1000 µm, 1 – 2 mm e >2 mm.

Para cada local de amostragem, a quantidade de sedimento em cada classe granulométrica foi expressa como uma percentagem da totalidade do sedimento (peso seco). Estes dados foram utilizados no cálculo da mediana (P_{50}), expressa em unidades phi (Φ), ($\Phi = -\log_2 \text{ mm}$). O sedimento foi classificado com base nos valores da mediana (Tabela 1), segundo a escala de Wentworth (Doeglas, 1968) com uma adaptação proposta por Larssonneur (1977).

Tabela 1 - Classificação dos sedimentos adaptado de Wentworth (Doeglas, 1968 in Freitas et al., 2008) com uma adaptação proposta por Larssonneur (1977 in Freitas et al., *op. cit.*).

Mediana (ϕ)	Tipo de sedimento	% em finos		
		< 5	5 - 25	25 - 50
(-1) – 0	Areia	Muito Grosseira		
0 – 1		Grosseira		
1 – 2		Limpa	Siltosa	Muito Siltosa
2 – 3		Fina		
3 – 4		Muito Fina		
≥ 4	Vasa	> 50		

A análise dos dados granulométricos foi efectuada com o auxílio do software PRIMER 6, no sentido de se determinarem os grupos de afinidade. Os dados foram analisados por métodos de classificação e de ordenação (Clarke e Gorley, 2006).

3.4.2 Análise da macrofauna bentónica

No laboratório procedeu-se a lavagens sucessivas das amostras num crivo de 500 µm para remover o excesso de fól. As amostras foram triadas e os organismos separados por grupos taxonómicos e conservados em álcool a 70% para posterior identificação e contagem. A identificação dos organismos foi feita, sempre que possível, até à espécie, recorrendo ao uso de uma lupa binocular e de microscópio óptico sempre que necessário.

Os dados biológicos consistem numa matriz de 88 locais por 451 variáveis, correspondendo à abundância de espécies. Esta matriz foi submetida a métodos de classificação e ordenação de modo a determinar áreas de afinidade entre locais com base na composição e abundância em espécies. A matriz de similaridade foi obtida com o coeficiente Bray-Curtis, após transformação $\log(x+1)$ minorando, assim, a influência das espécies mais abundantes sobre as menos representadas (Clarke e Gorley, 2006).

3.4.3 Análise dos dados acústicos

Os dois conjuntos de dados (50 e 200 kHz) foram processados separadamente pelo software QTC IMPACT v3.40 que, através do uso de uma série de algoritmos, descreve o eco recebido em 166 variáveis (Full Feature Vectors, ficheiro FFV). A profundidade e o posicionamento de cada eco podem ser conhecidos a partir deste ficheiro. Variáveis suspeitas de conterem erros podem ser eliminadas para futuras análises e então o ficheiro FFV pode ser submetido a uma análise de componentes principais (PCA), donde apenas são extraídos os valores relativos dos 3 eixos principais (Q1, Q2, Q3), para cada eco. Assim a descrição dos ecos é representada por apenas 3 variáveis. No entanto, estas representam a maior parte da informação presente na matriz das 166 variáveis, sendo importante referir que os valores dos 3 Q's variam em função do tamanho da matriz submetida ao PCA.

Utilizando o software QTC IMPACT™ (v3.40) a descrição do eco, abrangida pelos valores de Q, é submetida a uma análise de classificação para obter as classes acústicas. Este procedimento de classificação tem como propósito a distribuição dos diferentes ecos por grupos, de modo a que os ecos de cada grupo estejam mais intimamente relacionados entre si do que com os ecos dos outros grupos. Assim, a classificação dos ecos é baseada num processo de separação contínuo no qual, inicialmente, pontos de uma única classe acústica são traçados num espaço Q formando um grupo definido como uma elipsóide. Esta nuvem é posteriormente separada em dois e os pontos de diferentes classes acústicas irão formar diferentes grupos (Freitas, 2005b). Durante o processo de separação, de modo a auxiliar a tomada de decisão no que respeita ao número de classes que deve ser criadas, são efectuadas em cada divisão uma série de medições estatísticas usadas como indicadores do nível óptimo de separação (Taxa CPI). A taxa CPI tende a ser máxima quando no nível de separação óptimo. A taxa CPI é calculada pela seguinte equação (Freitas et al., 2008):

$$\text{Taxa CPI} = \frac{\text{CPI}(n) - \text{CPI}(n - 1)}{\text{CPI}(n - 1)}$$

Os ficheiros acústicos finais são importados para um sistema geo-referenciado (ArcGIS) de modo a se proceder ao mapeamento acústico (Minami, 2000).

4. Resultados

4.1 Sedimentos superficiais

A análise da composição granulométrica e dos tipos sedimentares (Ver ANEXO), juntamente com a distribuição espacial dos tipos sedimentares (Fig. 5), permitiu evidenciar a existência de um aumento do tamanho das partículas constituintes do sedimento da costa em direcção ao largo, exceptuando 7 locais ao largo do estuário do Guadiana que apresentam areias muito finas (estações 82, 84, 85, 86, 88, 89 e 92). Junto à costa predominam as areias médias e finas, ao passo que ao largo surgem as areias grosseiras e muito grosseiras.

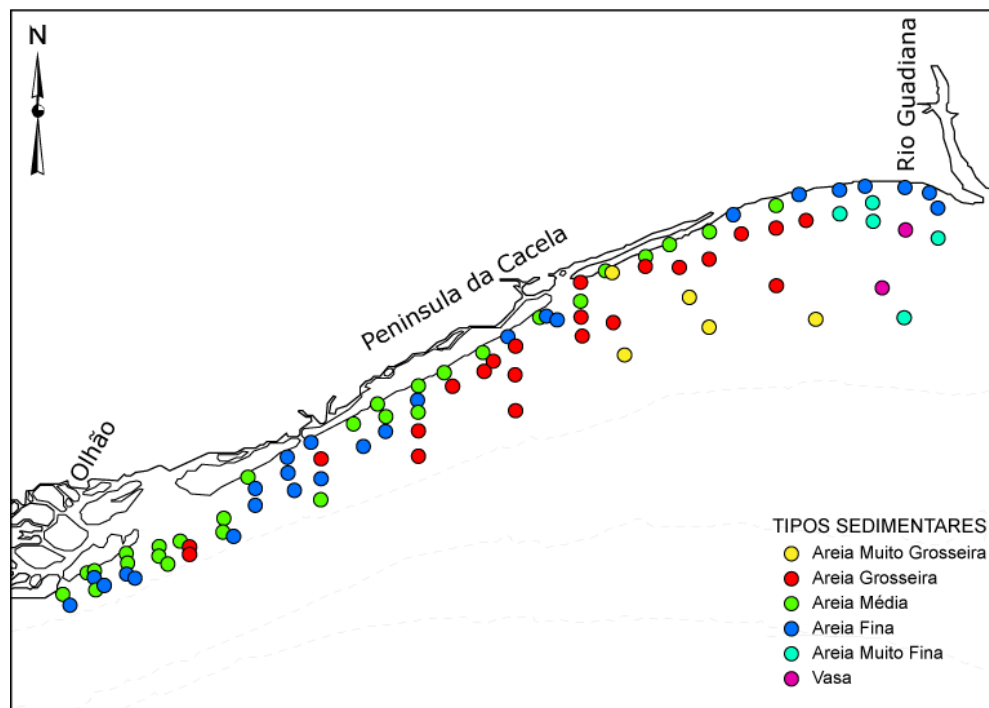


Figura 5 – Distribuição espacial dos tipos sedimentares.

A análise de classificação efectuada sobre a matriz dos dados granulométricos permitiu identificar 5 grupos de afinidade (Fig. 6). O grupo A engloba 3 locais de amostragem, o grupo B 24 locais, o grupo C 25 locais, o grupo D 29 locais e o grupo E 7 locais. Os grupos de afinidade de A a E resultantes da análise de classificação surgem representados no diagrama de ordenação da Figura 7.

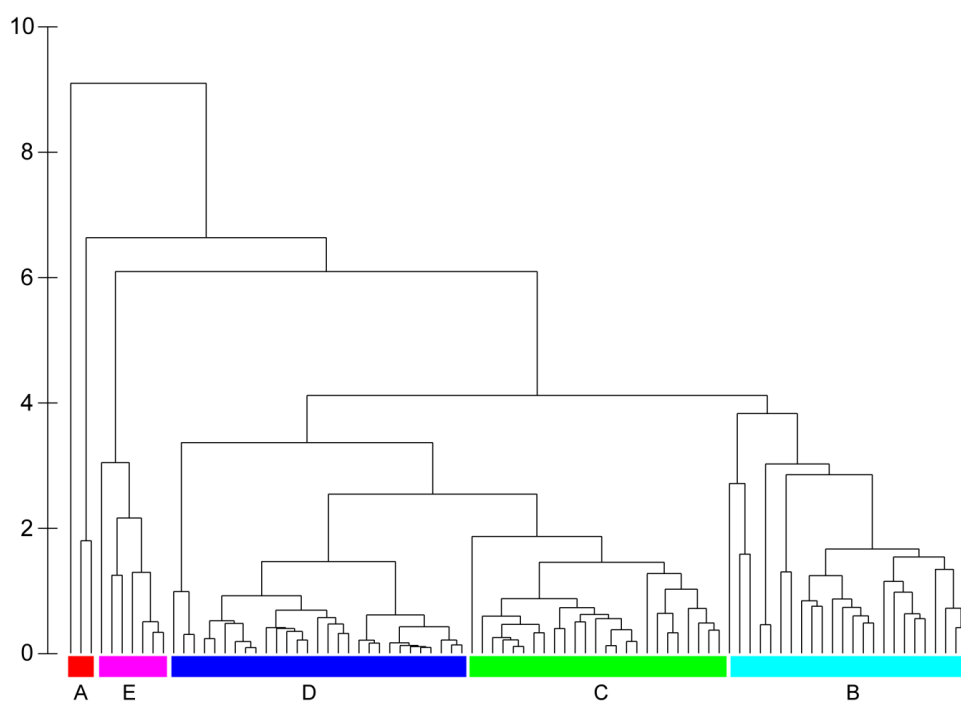


Figura 6 – Dendrograma (ligações médias) baseado na análise da matriz de dados granulométricos.

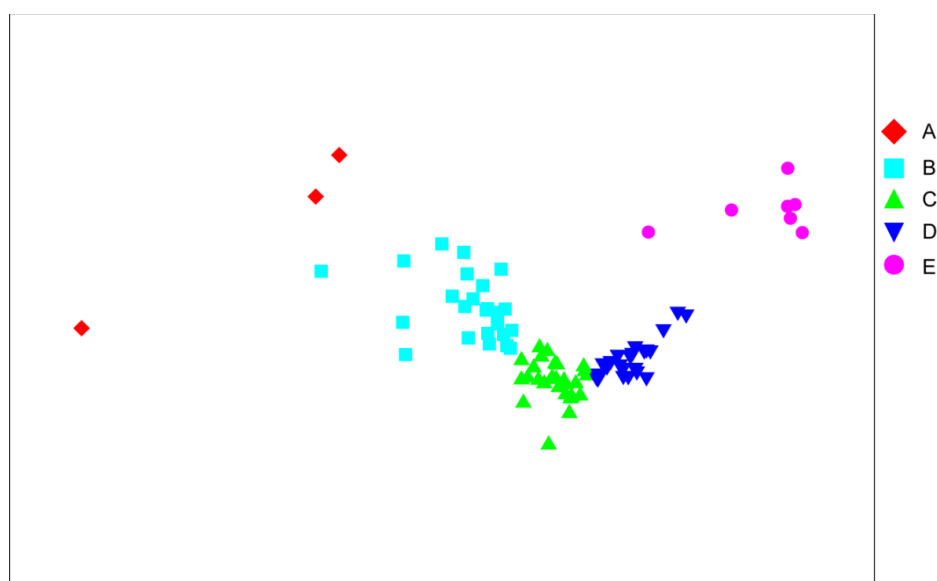


Figura 7 - Diagrama de ordenação resultante da análise da matriz de dados granulométricos.

A caracterização dos grupos sedimentares obtidos pelas análises de ordenação e classificação é apresentada na Tabela 2 e a sua distribuição espacial na área de estudo, na Figura 8. Os grupos A e B, localizados ao largo, diferenciam-se dos restantes sobretudo pela maior percentagem de cascalho. Entre estes mesmos grupos, a principal diferença é o maior teor de cascalho no grupo A e de areia no grupo B. Os grupos C e D, localizados junto à costa, distinguem-se sobretudo pelos maiores teores de areias. Entre os grupos C e D a principal diferença encontra-se no teor em finos. O grupo E engloba os locais junto à embocadura do estuário do Guadiana e diferencia-se dos restantes por apresentar um elevado teor em finos e um teor de cascalho nulo.

Tabela 2 - Caracterização dos grupos ambientais evidenciados na análise multivariável.

Grupos	Nº Locais	%			Valor médio da mediana	Locais com classificação sedimentar igual à mediana do grupo
		Cascalho	Areia	Finos		
A	3	15,73	82,82	1,41	-0,31	100%
B	24	3,19	95,63	1,18	0,46	91,70%
C	25	0	99,62	0,34	1,52	100%
D	29	0,05	98,27	1,71	2,2	93,1
E	7	0	54,17	45,89	3,83	71,4

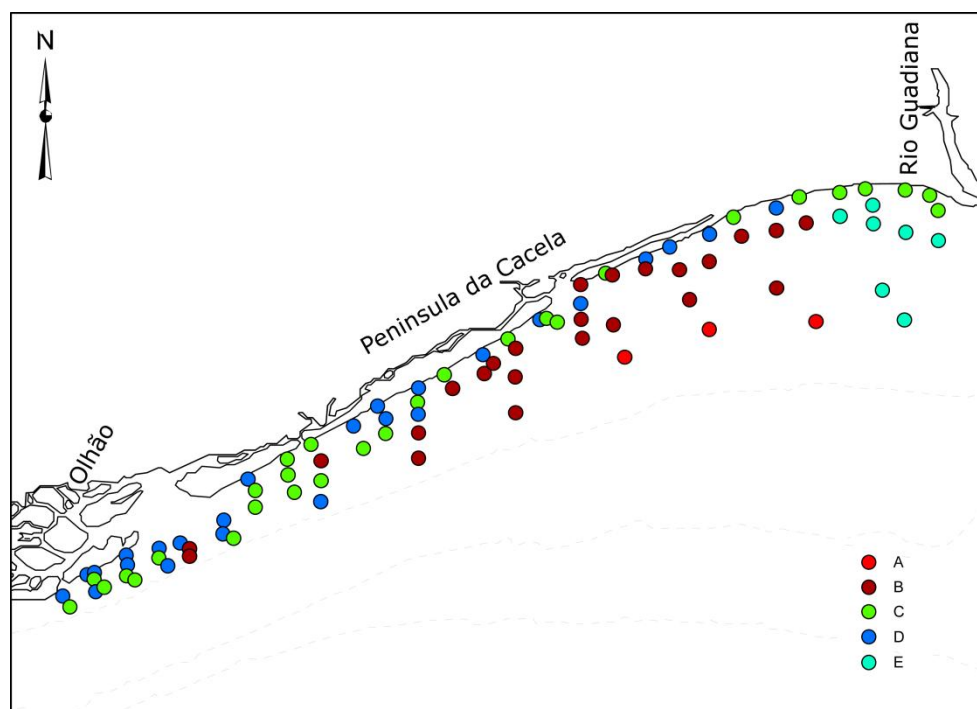


Figura 8 - Distribuição espacial dos grupos de afinidade relativos aos dados granulométricos.

4.2. Comunidades de macrofauna

Relativamente aos dados biológicos, a distribuição espacial da riqueza taxonómica e abundância estão representados nas Figuras 9 e 10, respectivamente.

A análise dos valores da riqueza taxonómica permite constatar que esta aumenta com a distância à costa. Por outro lado, os valores de abundância mais elevados foram encontrados junto à entrada da Ria Formosa.

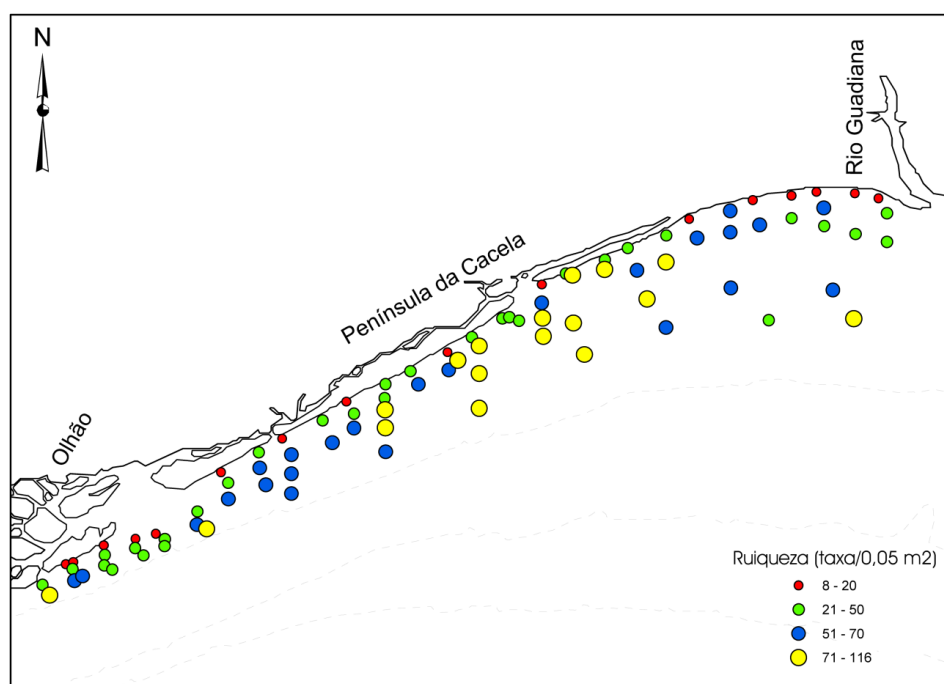


Figura 9 - Distribuição espacial dos valores da riqueza taxonómica.

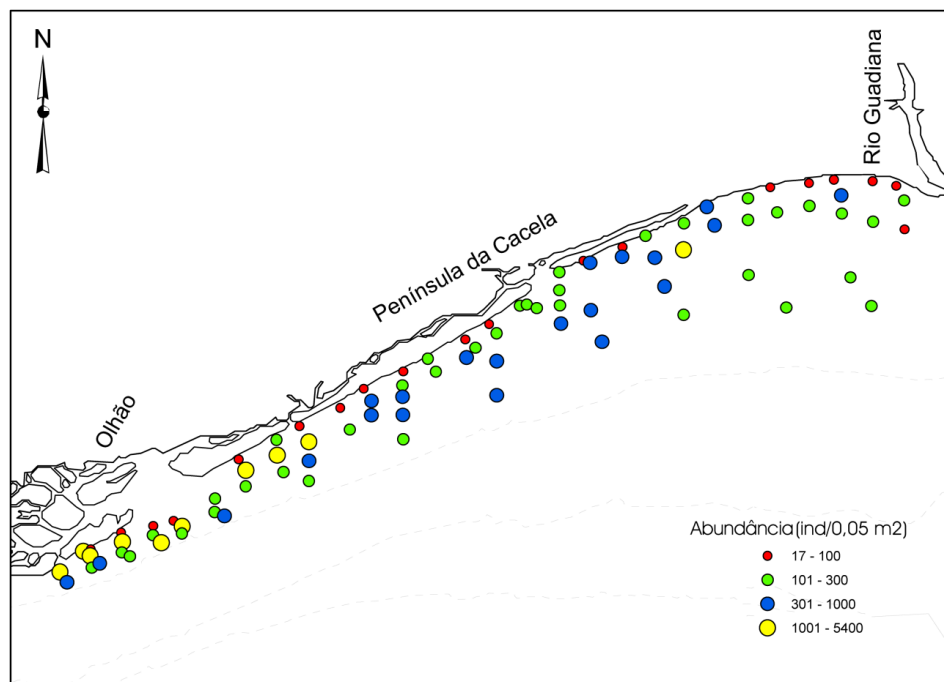


Figura 10 - Distribuição espacial dos valores da abundância.

No que diz respeito aos valores dos índices de riqueza específica de Margalef (d) (Fig. 11), equitabilidade de Pielou (J') (Fig. 12), diversidade de Shannon-Wiener (H') (Fig. 13) e dominância de Simpson ($1/\lambda$) (Fig. 14), os valores mais elevados foram observados nos locais mais distantes da costa.

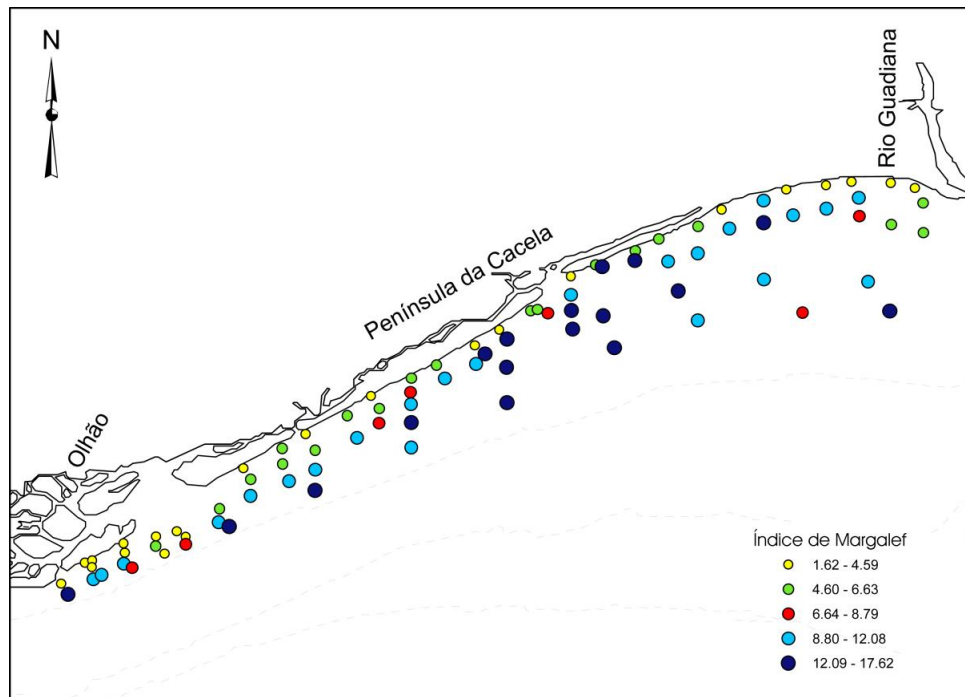


Figura 11 – Distribuição espacial do índice de Margalef (d).

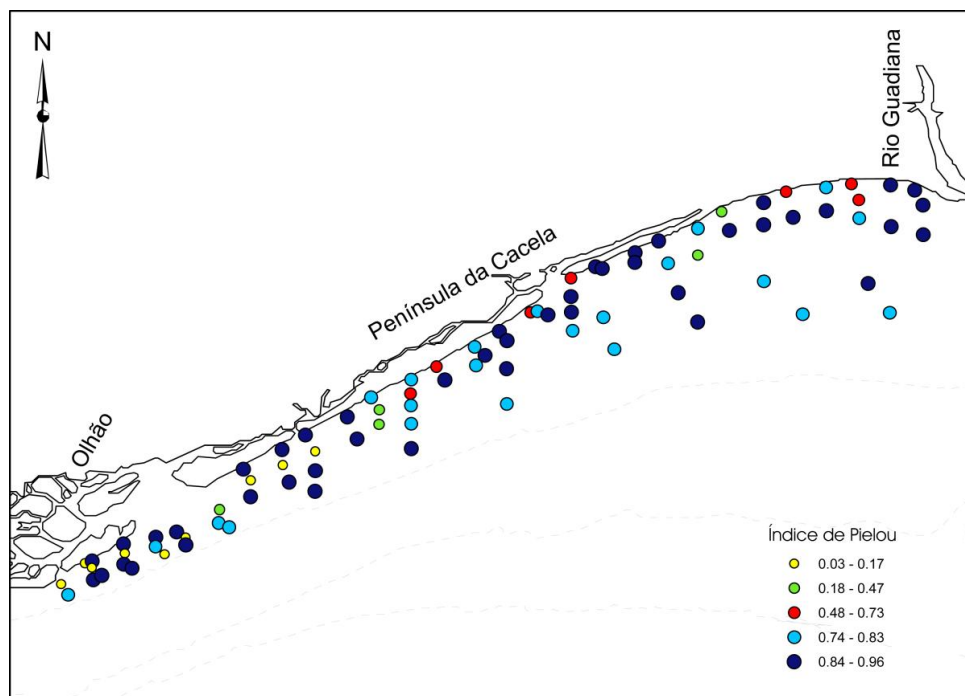


Figura 12 - Distribuição espacial do índice de Pielou (J').

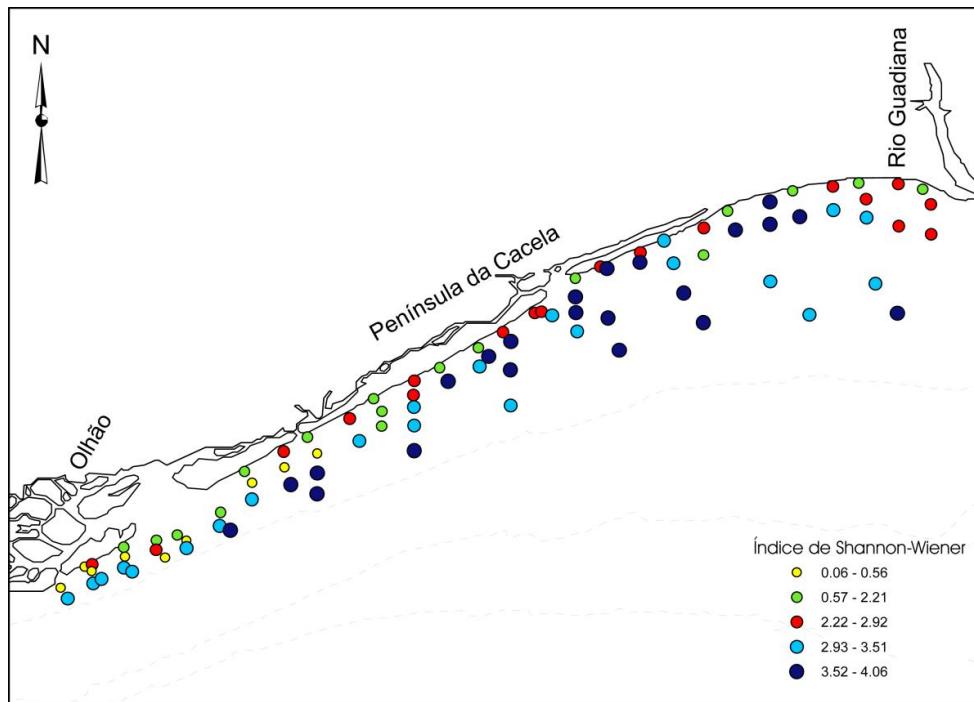


Figura 13 - Distribuição espacial do índice de Shannon-Wiener (H').

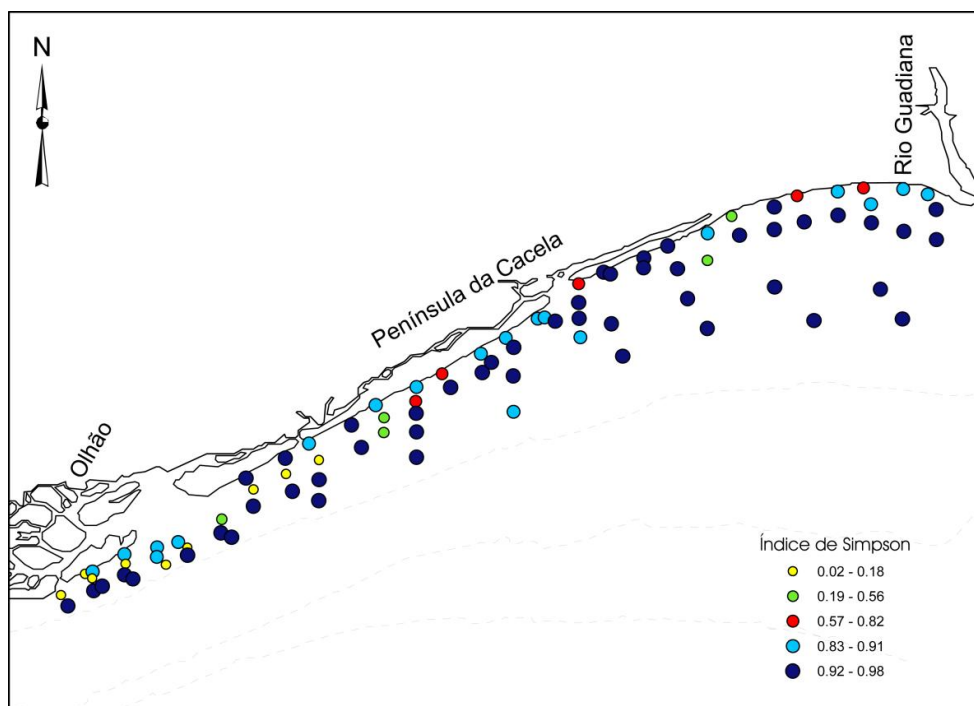


Figura 14 - Distribuição espacial do índice de Simpson ($1-\lambda$).

No que respeita à caracterização biológica foram enumerados mais de 5000 indivíduos (anelídeos, crustáceos, moluscos, equinodermes, turbelários, nemertíneos,

sipunculídeos, foronídeos e cefalocordata) distribuídos por 451 *taxa*, dos quais a maioria foi identificada até à espécie.

▪ Anelídeos

Dos 451 *taxa* encontrados, 208 são anelídeos, o que corresponde a aproximadamente 46% do total de *taxa*.

O padrão de distribuição espacial dos anelídeos na área de estudo no que se refere à riqueza taxonómica e abundância está representado nas Figuras 15 e 16. Relativamente à riqueza específica podemos observar uma zona mais pobre junto à costa e uma mais rica ao largo. No que respeita à abundância, verifica-se que a zona mais distante da costa apresenta, no geral, valores mais elevados.

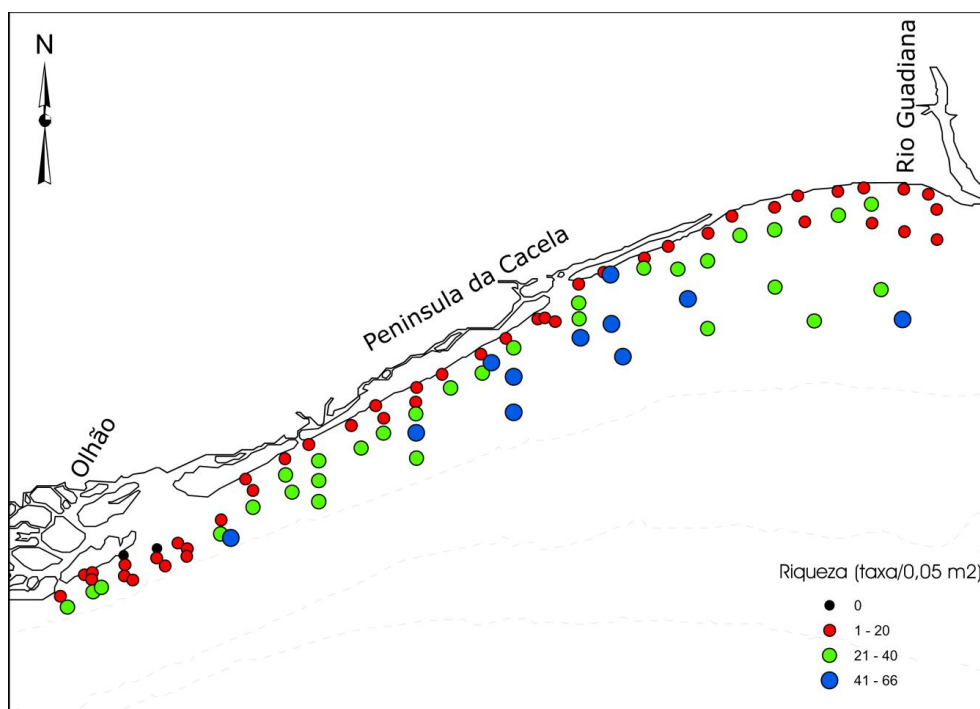


Figura 15 – Distribuição espacial da riqueza taxonómica de anelídeos.

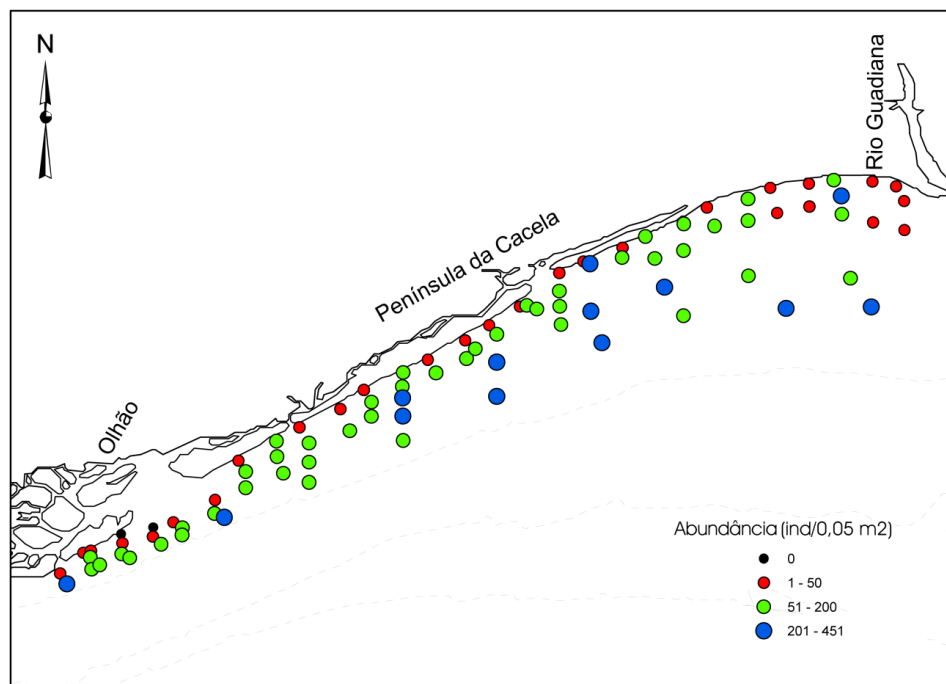


Figura 16 – Distribuição espacial da abundância em anelídeos.

▪ Crustáceos

Os crustáceos encontram-se representados por 133 *taxa*, incluindo anfípodes, isópodes e decápodes, o que representa aproximadamente 29% do total de *taxa*.

O padrão de distribuição espacial dos crustáceos na área de estudo, no que se refere à riqueza taxonómica e abundância, está representado nas Figuras 17 e 18. A riqueza taxonómica e abundância são maiores em frente à Península da Cacela.

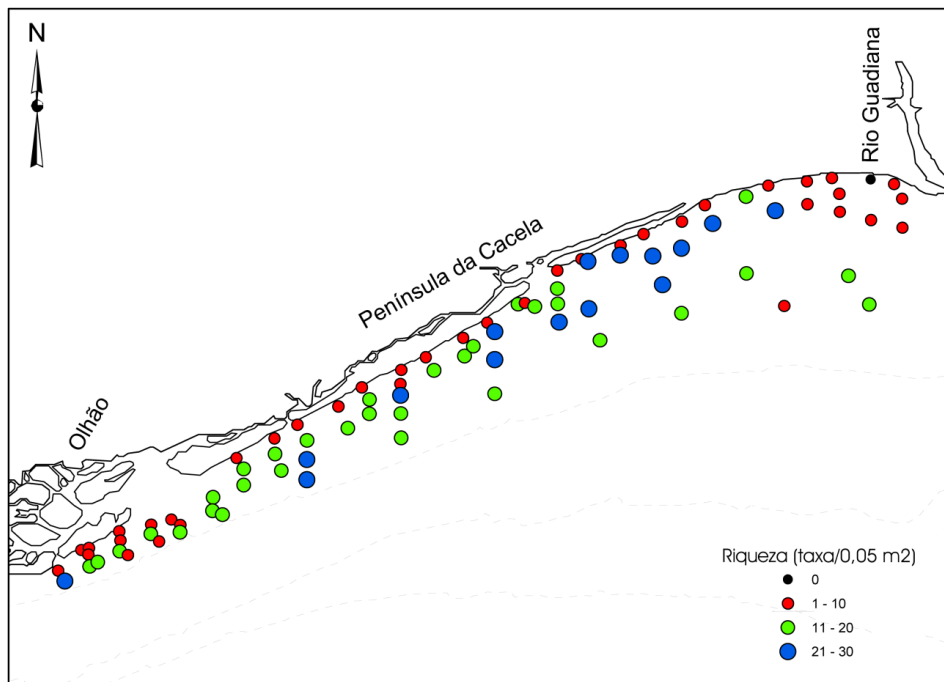


Figura 17 - Distribuição espacial da riqueza taxonômica dos crustáceos.

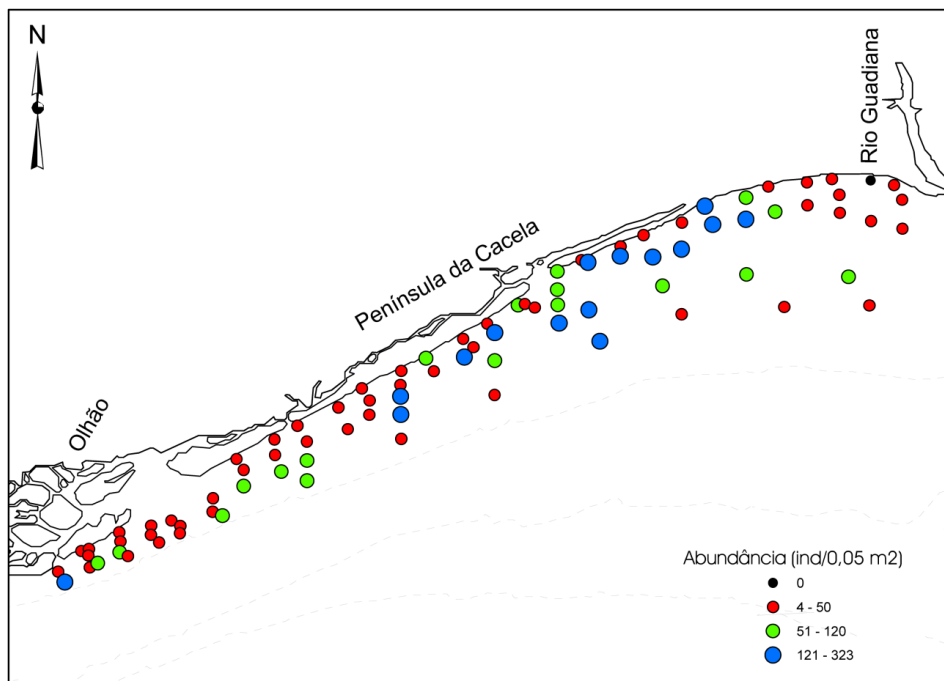


Figura 18 – Distribuição espacial da abundância dos crustáceos.

▪ Moluscos

Os moluscos (bivalves e gastrópodes) encontram-se distribuídos por 80 *taxa*, o que representa 17% do total de *taxa*.

O padrão de distribuição espacial dos moluscos na área de estudo no que se refere à riqueza taxonômica e abundância está representado nas Figuras 19 e 20. Nos locais mais distantes da costa a riqueza em espécies é maior. No que diz respeito à abundância é possível observar elevados valores junto à entrada da Ria Formosa.

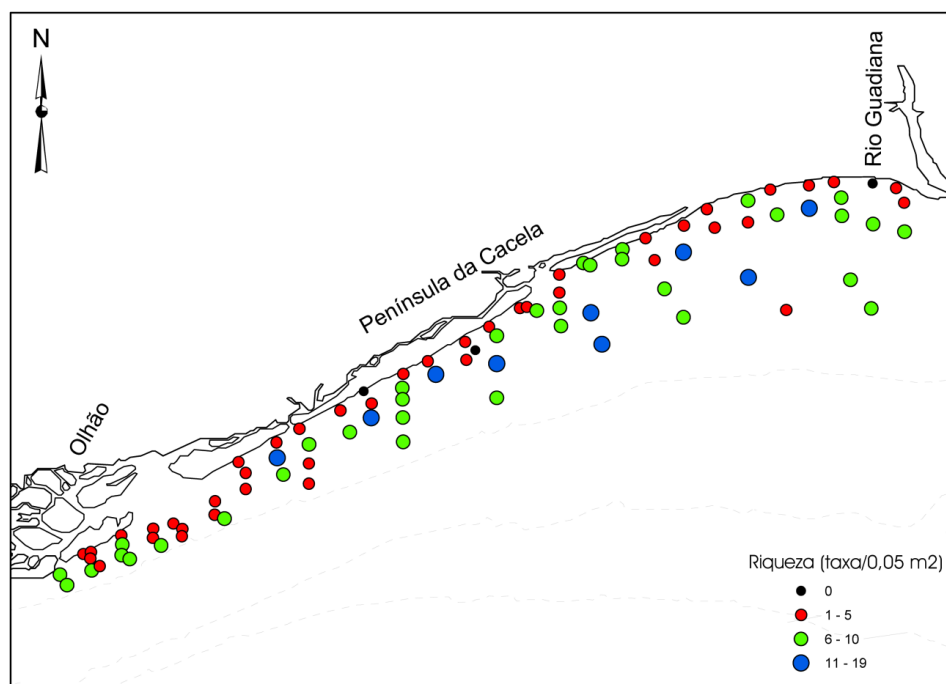


Figura 19 - Distribuição espacial da riqueza taxonômica dos moluscos.

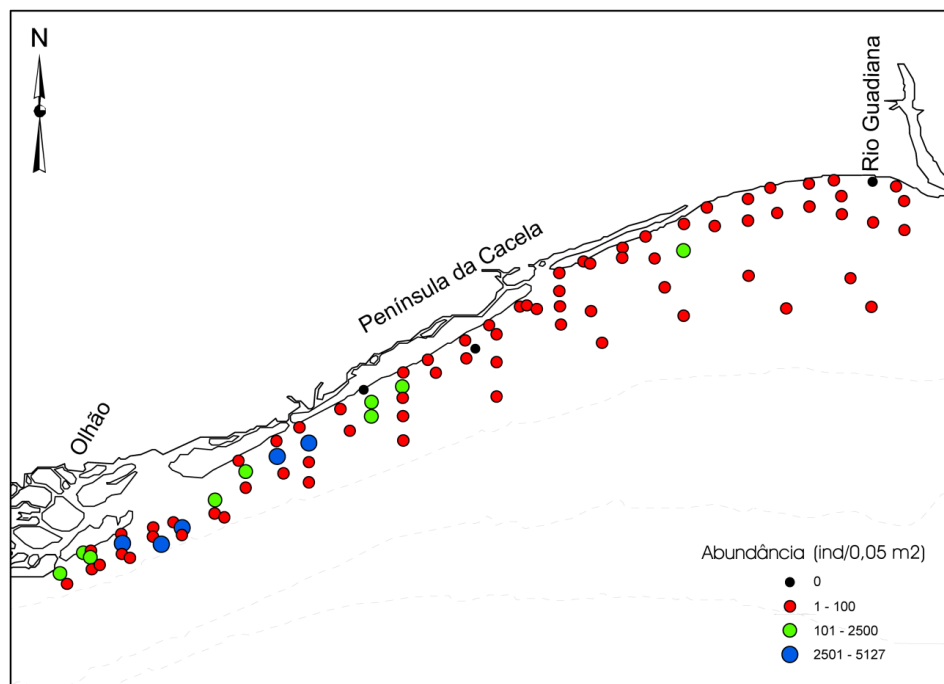


Figura 20 - Distribuição espacial da abundância em moluscos.

▪ Equinodermes

Os equinodermes distribuem-se por 15 *taxa*, o que representa aproximadamente 3% do total de *taxa*.

O padrão de distribuição espacial dos equinodermes na área de estudo no que se refere à riqueza específica e abundância está representado nas Figuras 21 e 22. A riqueza taxonómica apresenta valores mais elevados na área em frente à Península da Cacela, enquanto que a abundância é superior junto à entrada da Ria Formosa.

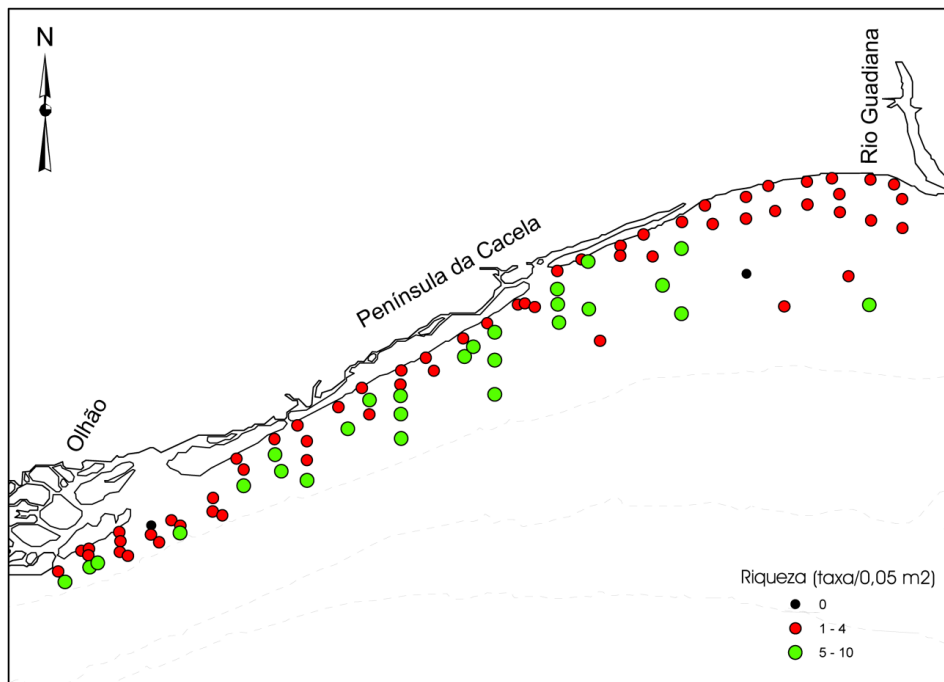


Figura 21 - Distribuição espacial da riqueza taxonômica dos equinodermes.

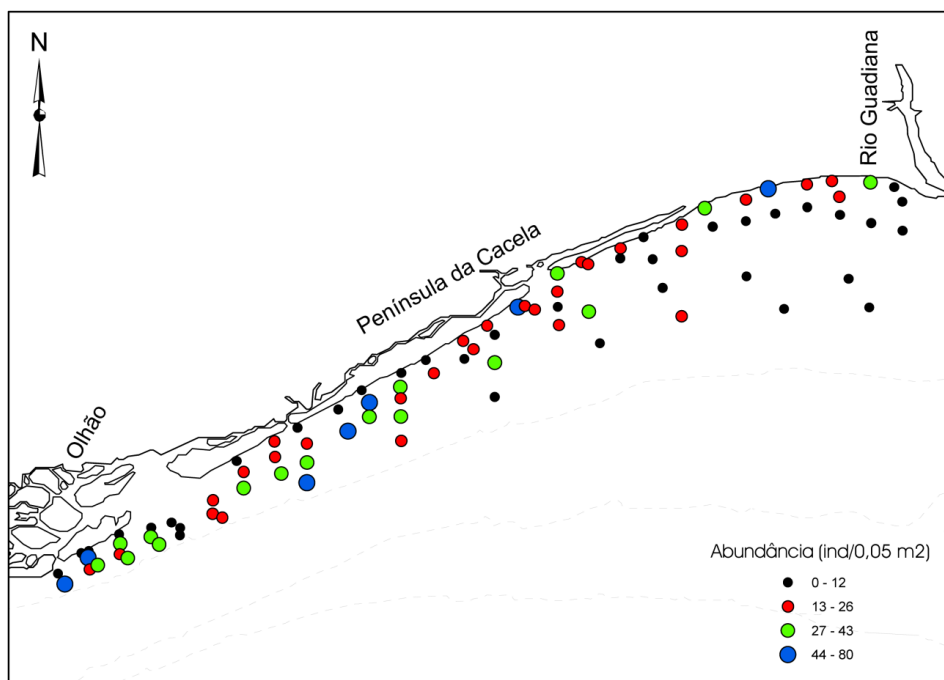


Figura 22 - Distribuição espacial da abundância em equinodermes.

Tendo por base a matriz da abundância dos *taxa* identificados por local de amostragem (451 espécies x 88 locais de amostragem) foi elaborada uma análise de classificação (Fig. 23), que identificou quatro grupos de afinidade distintos (A1, A2, A3 e B). A subsequente análise de ordenação evidenciou a sucessão espacial destes grupos, principalmente ao longo do eixo horizontal (Fig. 24). A Figura 25 permite uma melhor visualização da distribuição espacial dos diferentes grupos e da sua posição relativa na área em estudo.

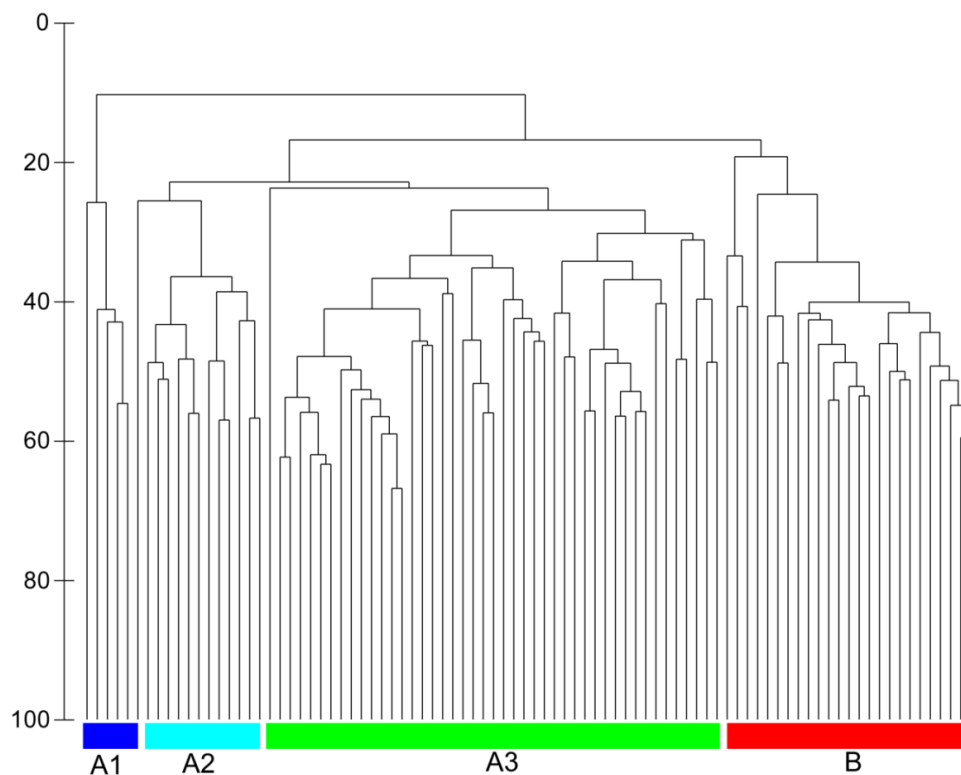


Figura 23 – Dendrograma (ligações médias) baseado na análise da matriz de dados biológicos.

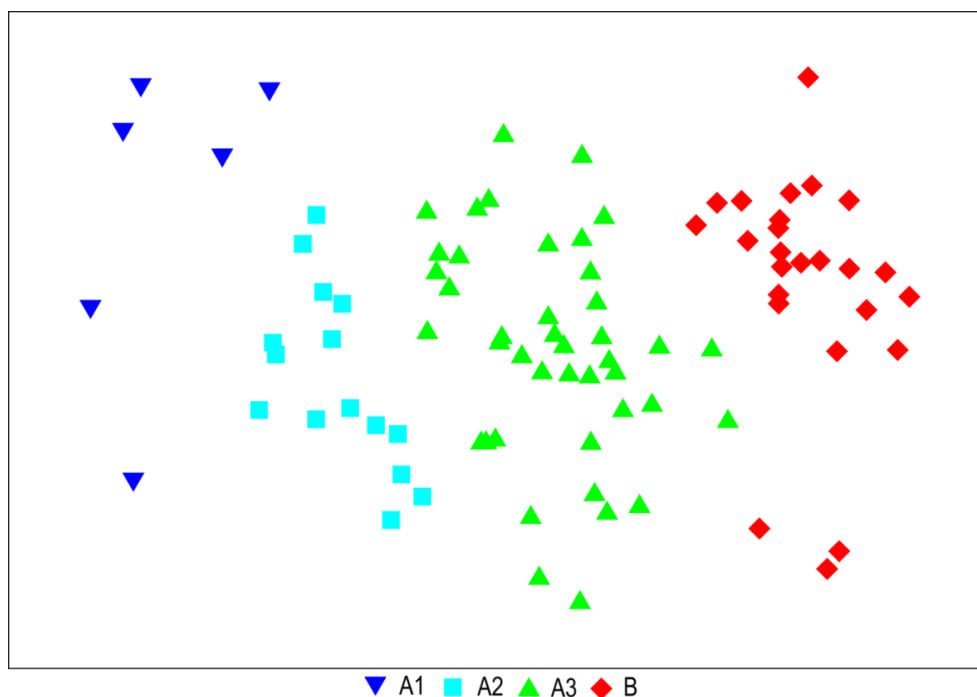


Figura 24 - Diagrama de ordenação resultante da análise da matriz de dados biológicos. Os grupos (A1, A2, A3 e B) foram obtidos por análise de classificação

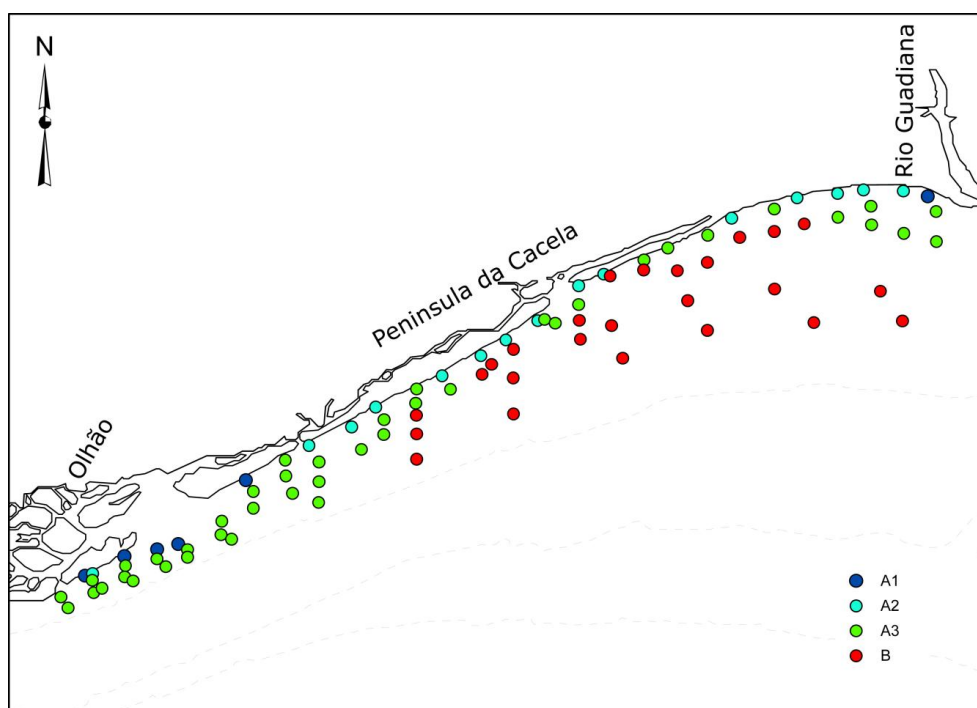


Figura 25 - Distribuição espacial dos grupos de afinidade referentes aos dados biológicos.

Com base na caracterização dos grupos de afinidade (Tabela 3) e na sua distribuição espacial (Fig. 26), verifica-se a ocorrência de dois grandes grupos de

afinidade, um deles situado junto à costa (A) e outra numa zona mais ao largo (B). O grupo situado junto à costa encontra-se dividido em três sub-grupos, um localizado junto à entrada da Ria Formosa (A1), e outros ao longo da costa, estando o A2 mais perto da costa e o A3 imediatamente adjacente.

De acordo com a tabela 3, o grupo B é aquele que apresenta uma maior riqueza em espécies e um maior número de espécies exclusivas. Dentro dos sub-grupos A1, A2 e A3, o sub-grupo A1, contrariamente ao A3, é aquele que apresenta uma menor riqueza em espécies um menor número de espécies exclusivas. Em termos de abundância destaca-se o sub-grupo A3 devido à presença do bivalve *Ervilia castanea*. No que respeita aos índices de diversidade, estes reforçam o que foi dito anteriormente.

Tabela 3 – Caracterização dos grupos de afinidade. Os valores médios são relativos à unidade de área de amostragem (0,05 m²)

Grupos de Afinidade	A1	A2	A3	B
Nº de locais de amostragem	6	15	42	25
Tipo de sedimento (média)	Areia Média	Areia Fina	Areia Fina	Areia Grosseira
Abundância média	302.67	99	915.02	421.4
Riqueza média de espécies	10	19.4	45.2	75.52
Total de Riqueza em espécies	31	101	288	366
Índice de Margalef (<i>d</i>)	2.45	4.15	7.78	12.53
Índice de Shannon-Wiener (<i>H'</i>)	1.65	2.22	2.52	3.53
Índice de Pielou (<i>J'</i>)	0.74	0.76	0.66	0.82
Índice de Simpson (1 - <i>I</i>)	0.73	0.82	0.74	0.94
Espécies exclusivas	1	10	45	137
Espécies características	<i>E. castanea</i>	<i>Siphonoecetes sp.</i>	<i>E. castanea</i>	<i>Caprella sp.</i>
	<i>E. spinigera</i>	<i>D. pugilator</i>	<i>S. subtruncata</i>	<i>P. longipes</i>
	<i>D. trunculus</i>	<i>O. texturata</i>	<i>Echinocardium spp.</i>	<i>P. cf. multibranchiata</i>
				<i>P. fallax</i>
				<i>L. cf. Latreilli</i>
				<i>Ampelisca spp.</i>

A tabela 4 mostra de uma forma resumida a abundância das espécies nos vários grupos de afinidade (considerando apenas as espécies que apresentam abundância superior a 5% do total), assinalando o grupo no qual cada espécie é mais abundante.

Tabela 4 – Abundância média por 0,05 m² das espécies dos grupos A1, A2, A3 e B. A tabela apenas inclui as espécies que apresentam abundância superior a 5% do total.

Macrofauna				
Organismos	Áreas			
	A1	A2	A3	B
<i>Donax trunculus</i>	1,67	0,67	0	0
cf. <i>Paracentromedon crenulatum</i>	0,17	0,07	0,02	0
<i>Cumopsis</i> cf. <i>Goodsiri</i>	0,67	0,53	0,24	0
<i>Eurydice spinigera</i>	2,00	0,07	0,05	0,04
<i>Praunus inermis</i>	0,50	0,33	0,02	0,04
<i>Siphonocetes</i> sp.	1,67	19,60	1,14	0,12
<i>Diogenes pugilator</i>	0,50	14,80	1,93	0,04
<i>Ophiura texturata</i>	0,67	14,67	9,43	1,76
<i>Eocuma dollfusi</i>	0,33	0,53	0	0
<i>Sphaerosyllis</i> cf. <i>dubiosa</i>	0	2,67	0,52	1,36
<i>Lanice conchilega</i>	0	1,73	0,90	0,20
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	0	0,67	0,40	0,16
<i>Tellina tenuis</i>	0,50	0,73	0,10	0
<i>Prionospio</i> cf. <i>Caspersi</i>	0,33	6,80	6,50	0,08
<i>Pontocrates altamarinus</i>	0,83	0,93	0,45	0,12
<i>Nephtys assimilis</i>	0,17	0,40	0,31	0,08
<i>Spisula solida</i>	0,17	0,47	0,40	0,16
<i>Erilia castanea</i>	283,33	5,47	729,69	38,48
<i>Spisula subtruncata</i>	0,67	0,07	8,64	0,16
<i>Echinocardium</i> spp.	1,33	5,60	8,69	1,92
<i>Spionidae</i> n.i.	0	0	1,83	0
<i>Arandia cirrosa</i>	0	0	1,60	0,08
<i>Amphiura filiformis</i>	0,17	1,27	1,69	1,00
<i>Ophiura grubei</i>	0	0	2,10	1,16
<i>Apseudes latreillii</i>	0	0,07	5,12	1,68
<i>Prionospio</i> cf. <i>malmgreni</i>	0	1,00	5,76	0
<i>Phoronida</i> n.i.	0	0,13	9,86	0,24
<i>Spiophanes bombyx</i>	0,50	1,27	8,90	8,52
<i>Spio decoratus</i>	0	0,73	4,98	1,96
<i>Bathyporeia</i> spp.	3,14	0,93	3,50	0,12
<i>Onuphis</i> sp.	1,00	0,13	1,07	0,04
<i>Glycera tridactyla</i>	0	0,87	1,48	0,08
<i>Lygdamis</i> sp.	0	0,07	2,98	0,60
<i>Hippomedon massiliensis</i>	0,17	0,07	1,00	0,48
<i>Iphinoe</i> cf. <i>Trispinosa</i>	0	0,13	0,79	0,44
<i>Polydora</i> cf. <i>Hoplura</i>	0	0,13	0,24	0,08

Tabela 4 (cont.) – Abundância média 0,05 m² das espécies dos grupos A1, A2, A3 e B. A tabela apenas inclui as espécies que apresentam abundância superior a 5% do total.

Macrofauna				
Organismos	Áreas			
	A1	A2	A3	B
<i>Caprella</i> sp.	0	0	0,24	13,68
<i>Photis longipes</i>	0	0	1,24	23,64
<i>Prionospio</i> cf. <i>multibranchiata</i>	0	0,07	1,17	17,32
<i>Prionospio fallax</i>	0	0,40	3,83	11,84
<i>Lumbrineris</i> cf. <i>Latreilli</i>	0	0	0	6,80
<i>Ampelisca</i> spp.	0	0,20	4,48	11,08
<i>Sphaerosyllis</i> cf. <i>longipapillata</i>	0	0	0	3,04
<i>Thoralus cranchii</i>	0	0	0	0,76
<i>Maera othonis</i>	0	0	0	1,52
<i>Axiothella</i> sp.	0	0	0	0,80
<i>Pisidia longicornis</i>	0	0	0	0,56
<i>Microdeutopus versiculatus</i>	0	0	0,17	8,12
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	0	0	0,86	4,44
<i>Caecum trachea</i>	0	0	0,02	3,64
<i>Calyptraea chinensis</i>	0	0	1,67	2,52
<i>Cheirocratus sundevallii</i>	0	0	0,17	1,20
<i>Hyalinoecia bilineata</i>	0	0	0,45	3,44
<i>Jasmineira elegans</i>	0	0	0,62	5,08
<i>Photis longicaudata</i>	0	0	0,26	0,76
<i>Ampharete finmarchica</i>	0	0	3,19	3,24
<i>Eupolymnia nebulosa</i>	0	0	0,26	1,00
<i>Euclymene oerstedii</i>	0	0	0,36	0,76
<i>Sabellides octocirrata</i>	0	0	0,07	0,76
<i>Semibalanus balanoides</i>	0	0	0,60	9,84
<i>Urothoe elegans</i>	0	0	0,79	2,32
<i>Urothoe marina</i>	0	0	0,17	0,72
<i>Malmgrenia</i> cf. <i>liungmani</i>	0	0	0,07	8,56
<i>Syllidia armata</i>	0	0	1,24	4,84
<i>Notomastus latericeus</i>	0	0	0,71	2,32
<i>Nucula nitidosa</i>	0	0	0,26	0,92
<i>Ophiura albida</i>	0	0	1,33	1,60
<i>Sipuncula</i> n.i.	0	0	0,69	15,72
<i>Owenia fusiformis</i>	0	1,20	0,98	1,72
<i>Polydora ligni</i>	0	0,07	0,62	1,44
<i>Megamphopus cornutus</i>	0	0,07	0,60	8,16

Tabela 4 (cont.) – Abundância média 0,05 m² das espécies dos grupos A1, A2, A3 e B. A tabela apenas inclui as espécies que apresentam abundância superior a 5% do total.

Macrofauna				
Organismos	Áreas			
	A1	A2	A3	B
<i>Nemertini</i> n.i.	0	2,27	9,31	11,40
<i>Nephtys cirrosa</i>	0	0,33	1,50	2,68
<i>Atylus vedlomensis</i>	0	0,07	0,38	4,72
<i>Chone</i> sp.	0	0,07	0,79	2,24
<i>Eumida</i> spp.	0	0,07	1,64	2,72
<i>Genocidaris maculatus</i>	0	0,67	1,98	2,40
<i>Goniadella</i> spp.	0	1,07	1,64	7,64
<i>Lembos</i> sp.	0	0,47	1,21	3,32
<i>Mediomastus fragilis</i>	0	1,33	5,69	8,40
<i>Laevicardium crassum</i>	0,33	0	0,43	0,56
<i>Nephtys kersivalensis</i>	0,17	0,47	1,17	2,84
<i>Corbula gibba</i>	0,17	0,13	1,50	6,56

O grupo A1 é composto por 6 locais de amostragem situados junto à entrada da Ria Formosa. Este grupo além de possuir um número reduzido de espécies apresenta uma abundância elevada devido, tal como o grupo A3, à presença da espécie *Ervilia castanea*. As espécies características deste sub-grupo são: *Ervilia castanea* (Fig. 26), *Donax trunculus* (Fig. 27) e *Eurydice spinigera* (Fig. 28).

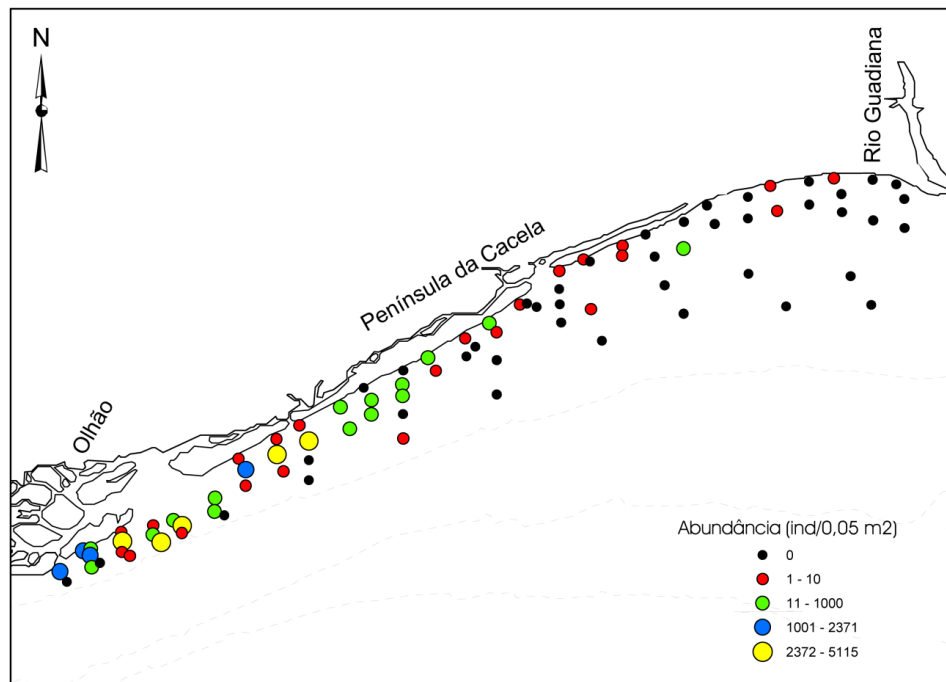


Figura 26 – Distribuição espacial de *Ervilia castanea*.

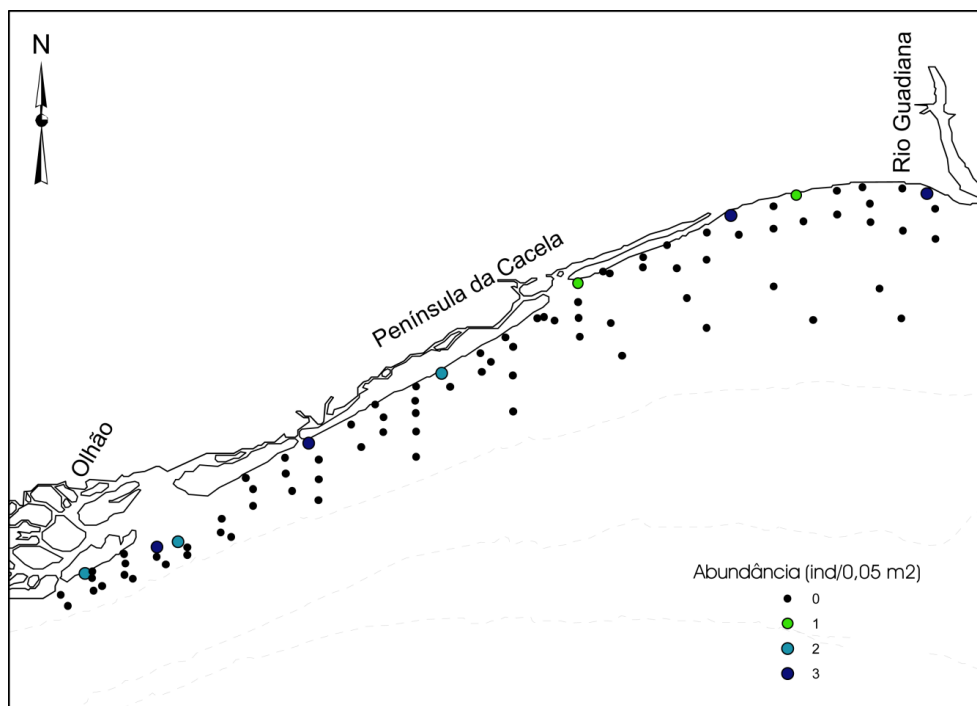


Figura 27 – Distribuição espacial de *Donax trunculus*.

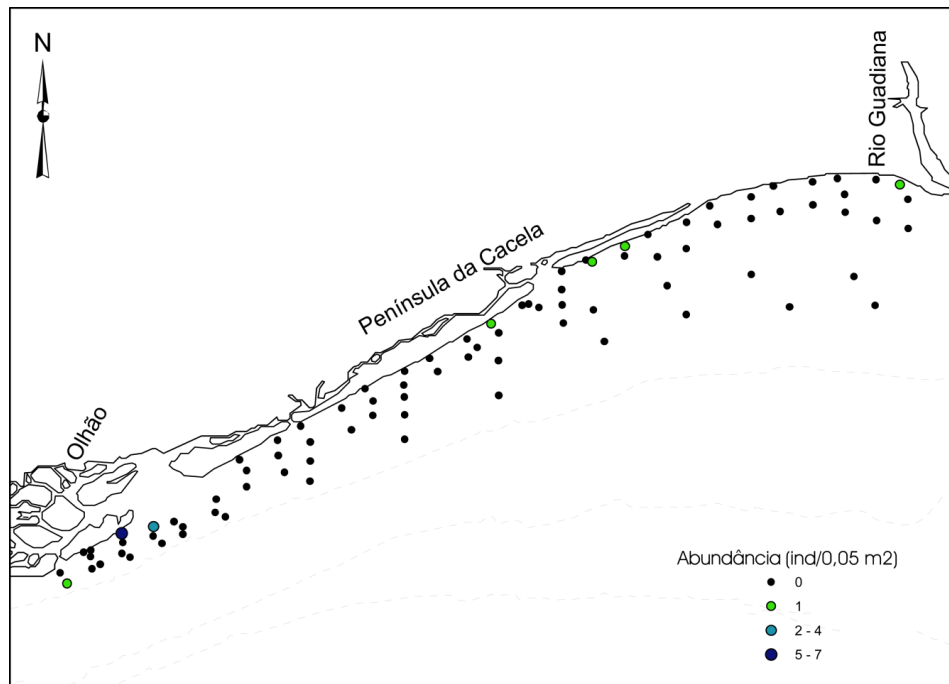


Figura 28 – Distribuição espacial de *Eurydice spinigera*.

O grupo A2 é composto por 15 locais de amostragem, caracterizadas por areias médias e finas. Estes locais situados na zona de surf, de elevado hidrodinamismo, são caracterizados pelas espécies *Diogenes pugilator* (Fig. 29), *Siphonoecetes* sp. (Fig. 30) e *Ophiura texturata* (Fig. 31).

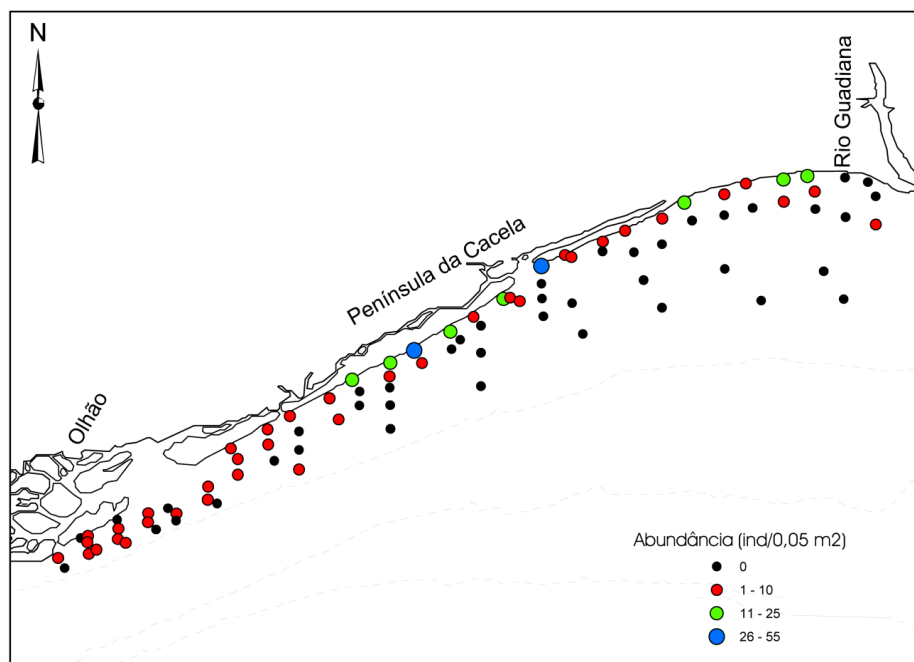


Figura 29 – Distribuição espacial de *Diogenes pugilator*.

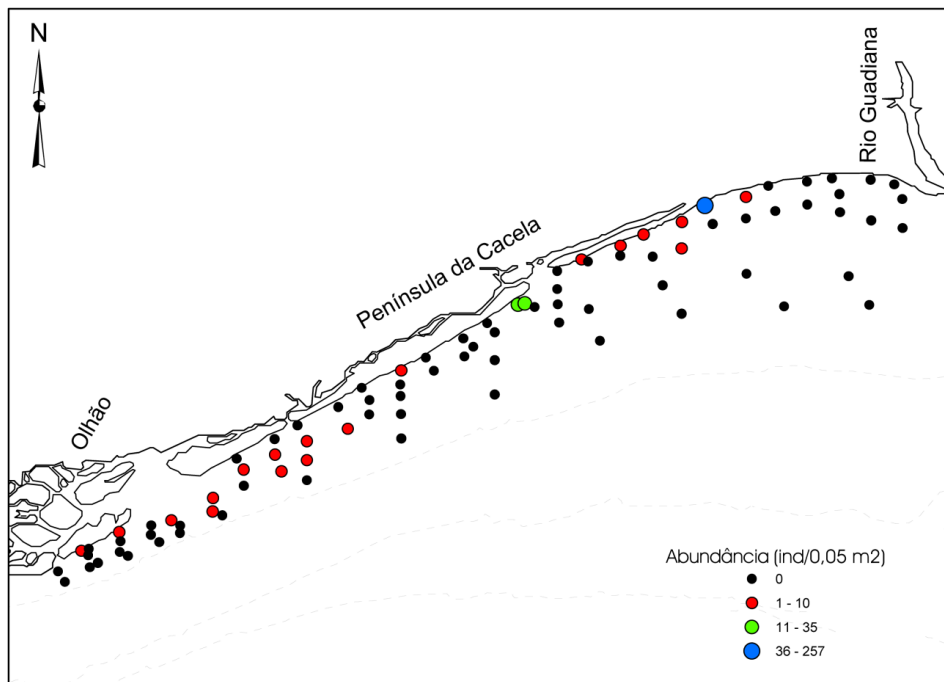


Figura 30 – Distribuição espacial de *Siphonoecetes* sp..

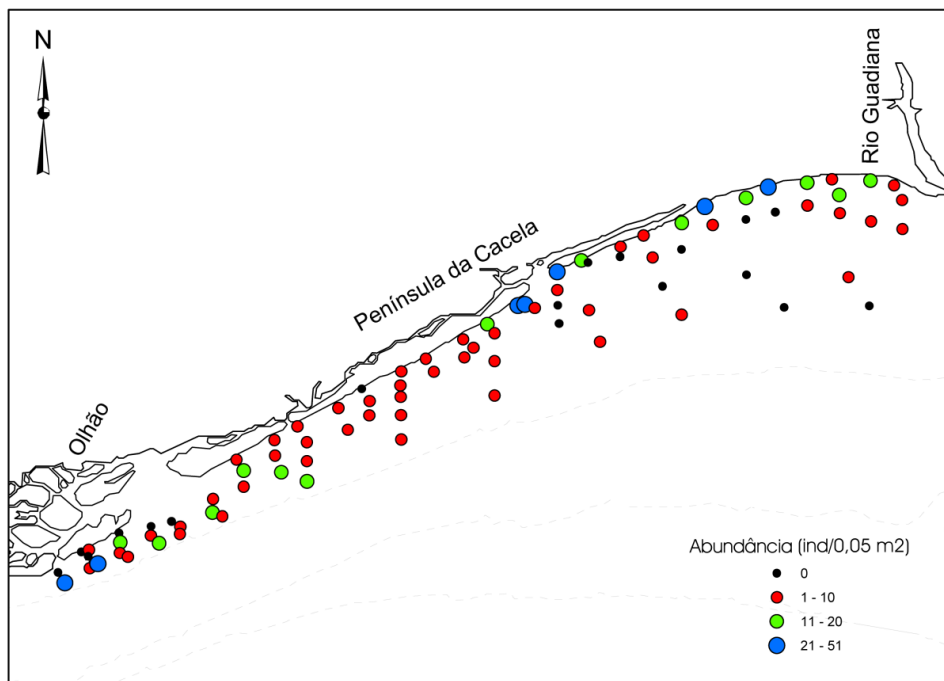


Figura 31 – Distribuição espacial de *Ophiura texturata*.

O grupo A3, formado por 42 locais, ocupa uma área sensivelmente mais afastada da costa em relação ao grupo A1, mantendo-se igualmente junto à entrada da Ria Formosa e prolongando-se pela Península da Cacela. Contudo, apesar da semelhança ao nível da composição sedimentar em relação ao grupo A2, este grupo não é tão sujeito ao hidrodinamismo. Assim, apresenta-se como sendo o sub-grupo mais rico dentro do grupo A, onde se verificam as maiores riqueza e diversidade específicas. As espécies que caracterizam o grupo A3 são: *Ervilia castanea* (Fig. 26), *Spisula subtruncata* (Fig. 32) e *Echinocardium* spp. (Fig. 33).

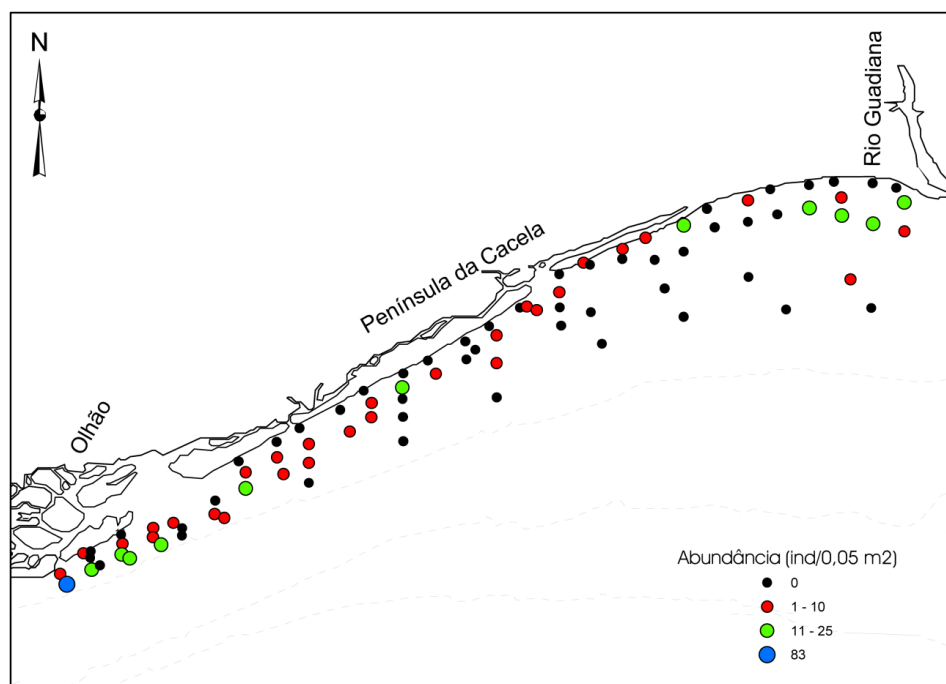


Figura 32 – Distribuição espacial de *Spisula subtruncata*.

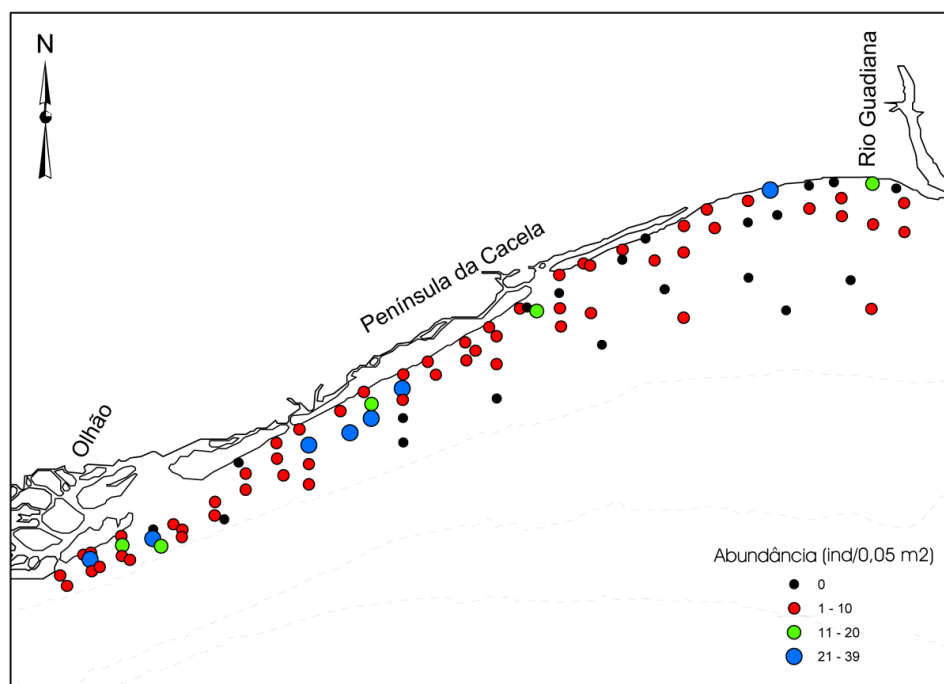


Figura 33 – Distribuição espacial de *Echinocardium* spp..

O grupo B contempla 25 locais de amostragem e localiza-se numa zona mais afastada da costa comparativamente com os outros grupos, caracterizada por uma menor perturbação e por sedimentos grosseiros e muito grosseiros. As espécies que caracterizam este grupo são: *Lumbrineris* cf. *latreilli* (Fig. 34), *Photis longipes* (Fig. 35), *Caprella* sp. (Fig. 36), *Ampelisca* spp. (Fig. 37), *Prionospio fallax* (Fig. 38) e *Prionospio* cf. *multibranchiata* (Fig. 39).

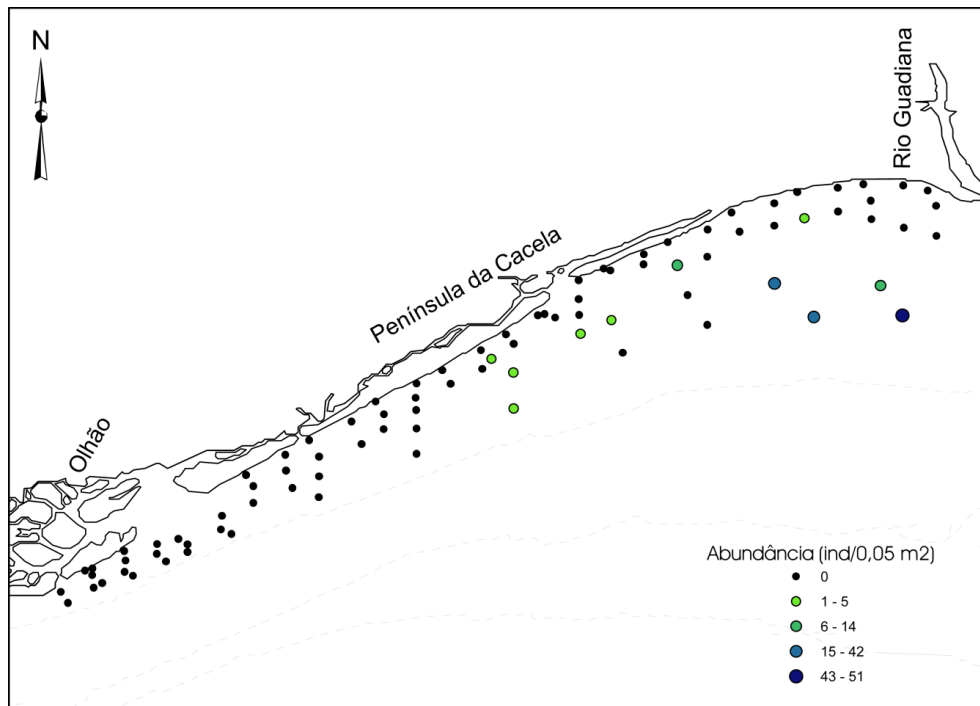


Figura 34 – Distribuição espacial de *Lumbrineris cf. latreilli*.

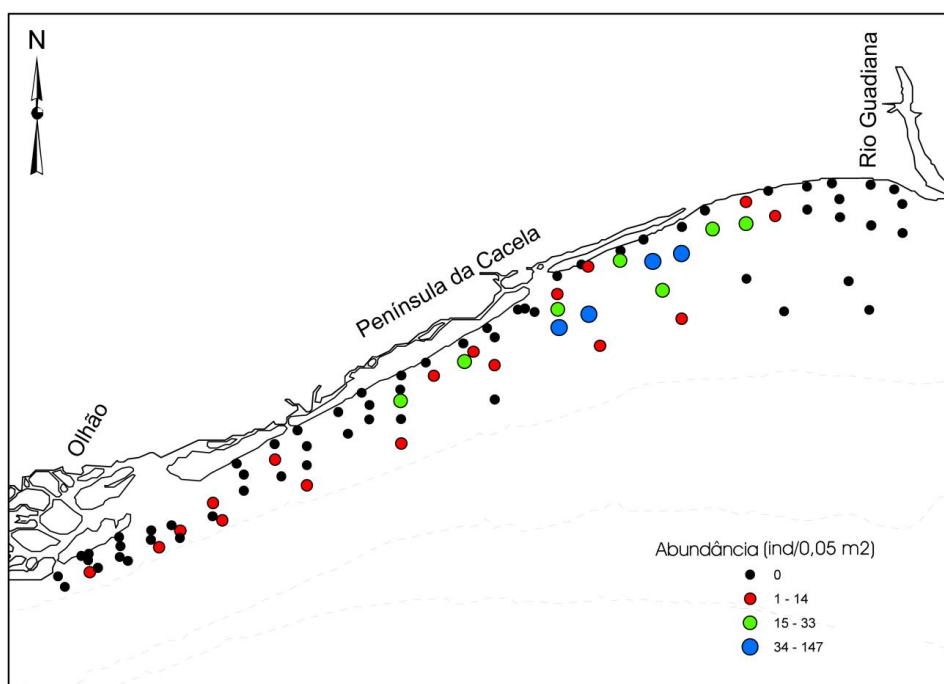


Figura 35 – Distribuição espacial de *Photis longipes*.

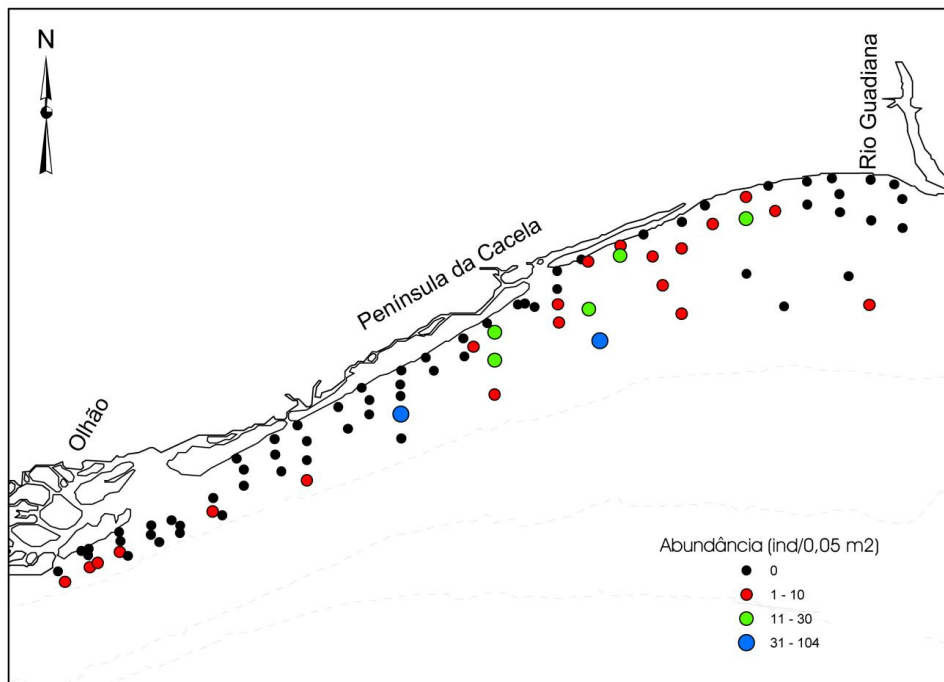


Figura 36 – Distribuição espacial de *Caprella* sp..

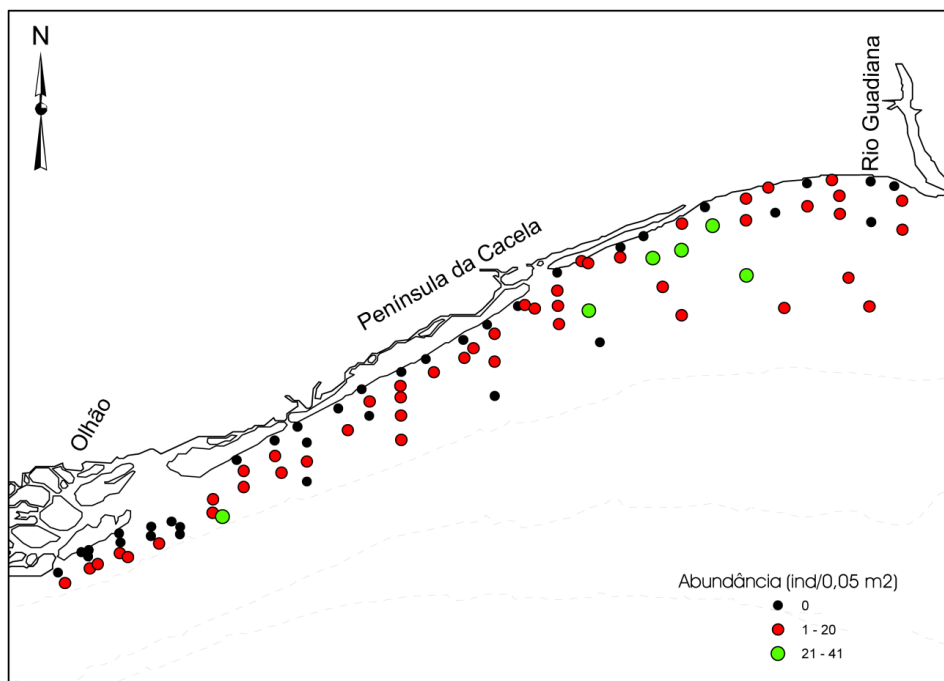


Figura 37 – Distribuição espacial de *Ampelisca* spp..

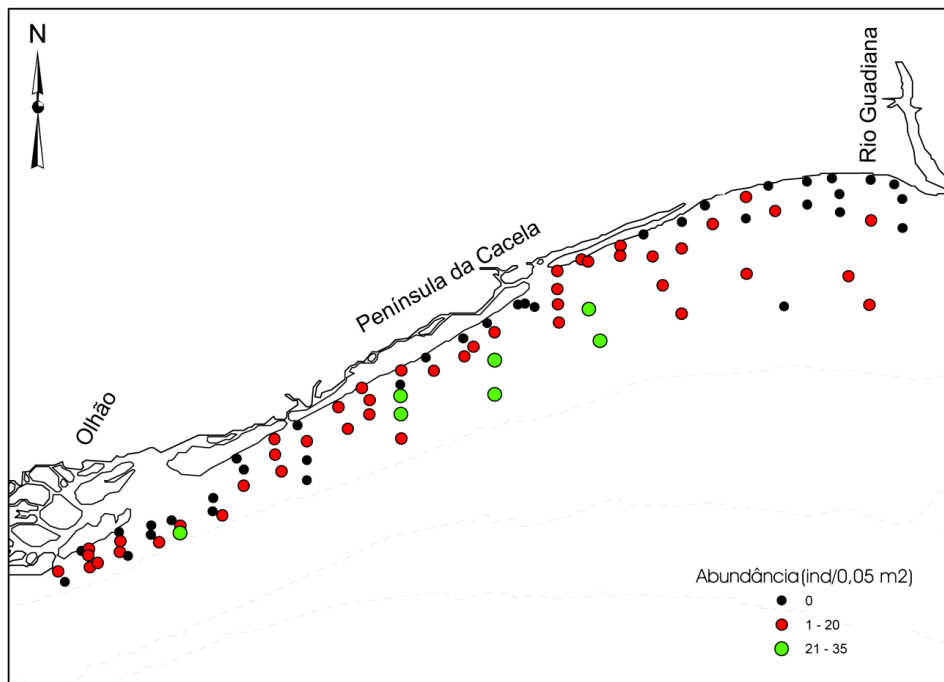


Figura 38 – Distribuição espacial de *Prionospio fallax*.

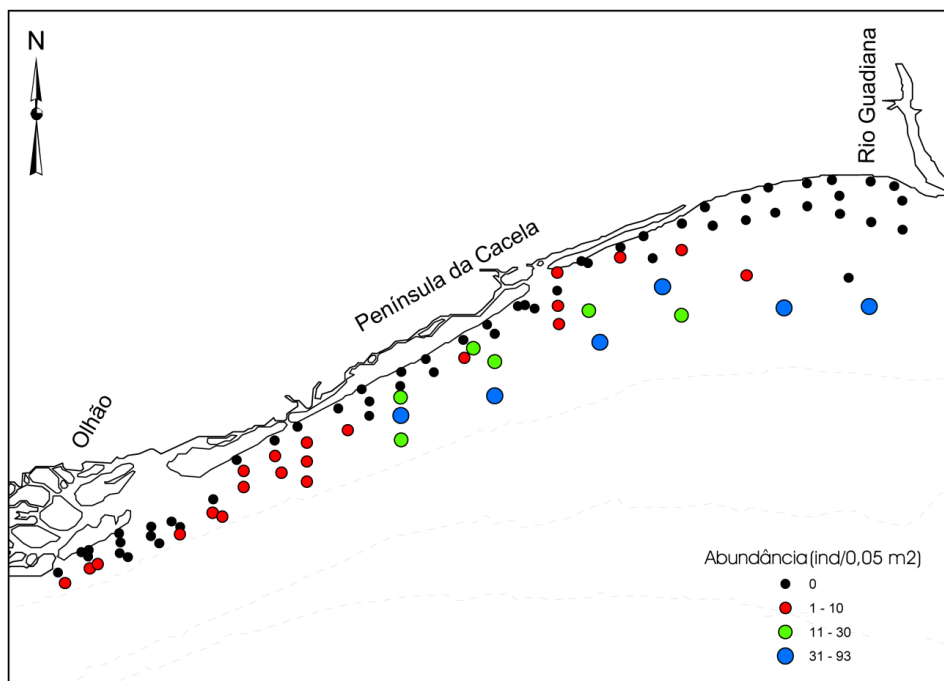


Figura 39 – Distribuição espacial de *Prionospio cf. multibranchiata*.

4.3. Dados acústicos

Com a análise dos dados acústicos, para ambas as frequências, obtiveram-se duas classes acústicas que correspondem a duas áreas geográficas: uma localizada junto à costa, entre os 3 e 7 m de profundidade e outra localizada ao largo, entre os 7 e os 30 m de profundidade (Fig. 40 e 41).

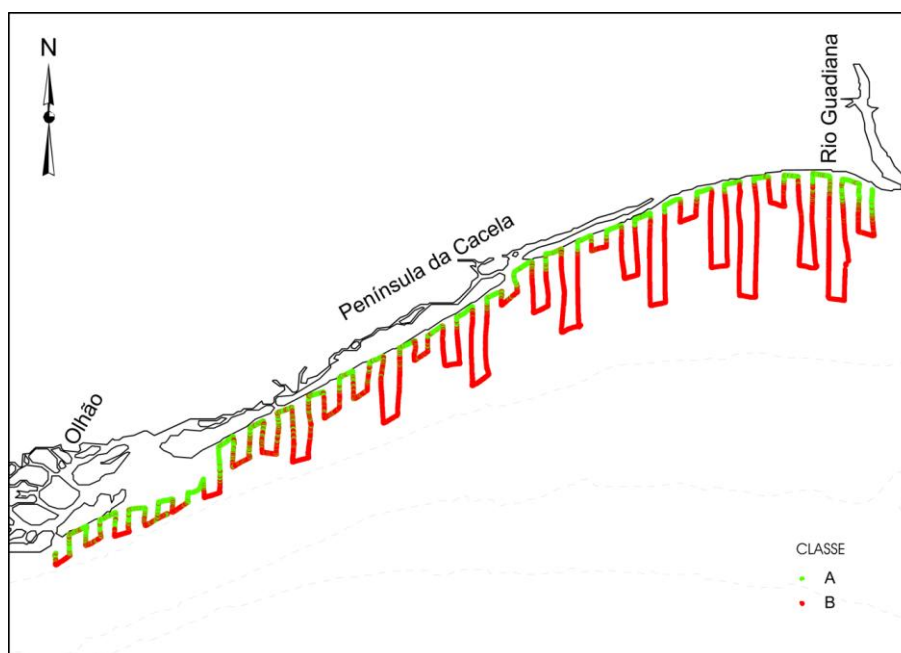


Figura 40 – Representação das classes acústicas para a frequência de 50 kHz.

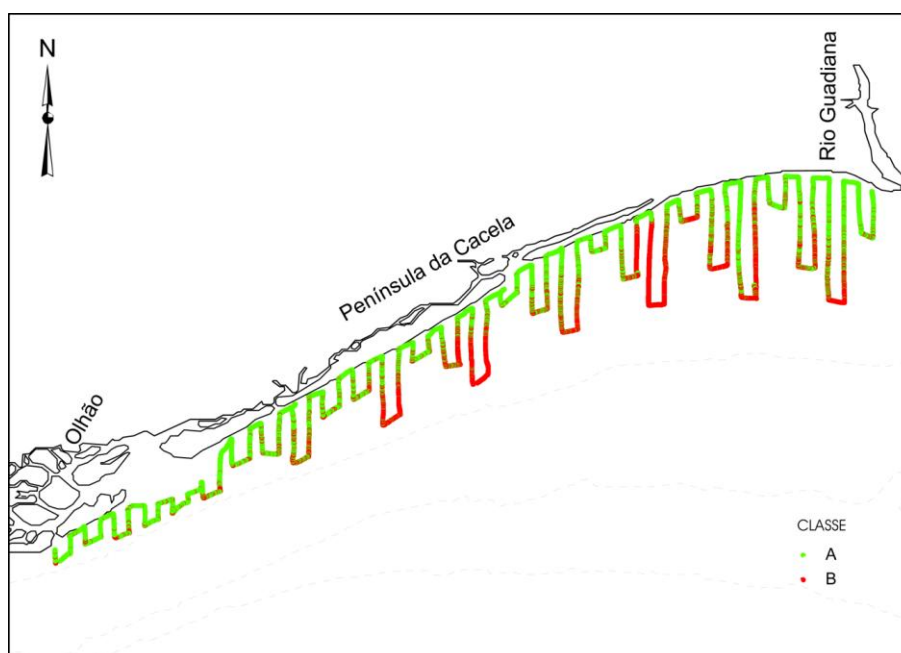


Figura 41 - Representação das classes acústicas para a frequência de 200kHz.

De acordo com as tabelas 5 e 6 e com a sobreposição do mapeamento acústico de ambas as frequências na distribuição espacial dos grupos sedimentares (Fig. 42 e 43) verificou-se que a classe acústica de ambas as frequências localizada junto à costa corresponde a uma área caracterizada por areias médias e finas, ao passo que a classe acústica de ambas as frequências localizada mais ao largo corresponde a uma área cujo sedimento é composto por areias grosseiras.

Tabela 5 – Caracterização sedimentar das classes acústicas para a frequência de 50kHz.

50 kHz		
Classe Acústica	Tipo Sedimentar	Número de locais
A	Areia Muito Grosseira	1
	Areia Grosseira	1
	Areia Média	22
	Areia Fina	14
	Areia Muito Fina	0
	Vasa	0
B	Areia Muito Grosseira	5
	Areia Grosseira	19
	Areia Média	5
	Areia Fina	12
	Areia Muito Fina	5
	Vasa	2

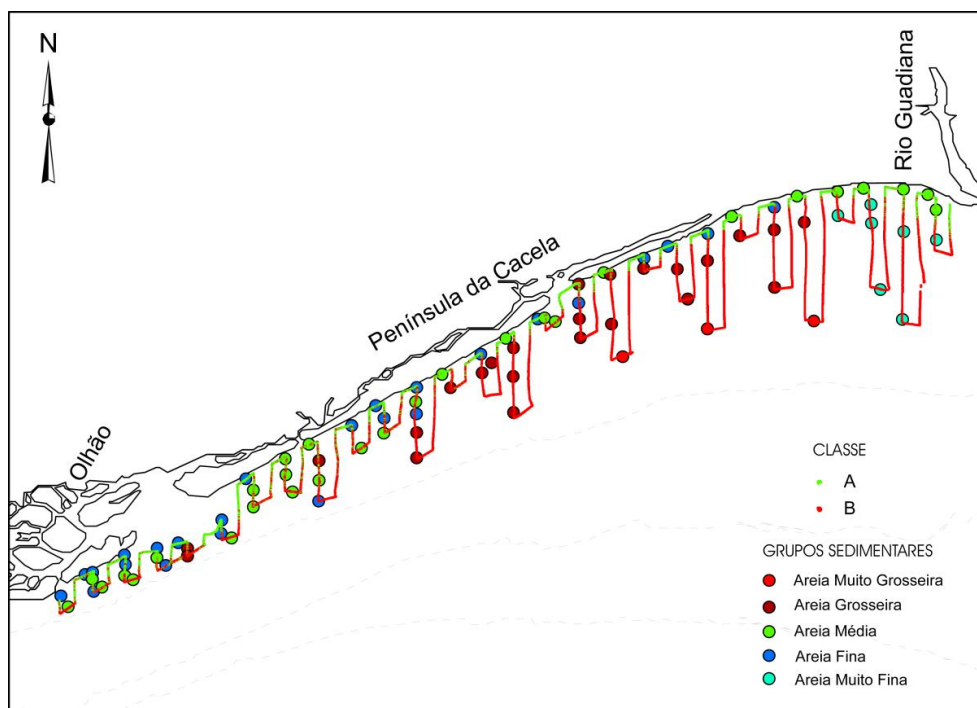


Figura 42 - Sobreposição do mapeamento acústico com a frequência de 50 kHz com a distribuição espacial dos grupos sedimentares na área de estudo.

Tabela 6 - Caracterização sedimentar das classes acústicas para a frequência de 200 kHz.

200 kHz		
Classe Acústica	Tipo Sedimentar	Número de locais
A	Areia Muito Grosseira	1
	Areia Grosseira	14
	Areia Média	27
	Areia Fina	26
	Areia Muito Fina	4
	Vasa	1
B	Areia Muito Grosseira	4
	Areia Grosseira	7
	Areia Média	1
	Areia Fina	0
	Areia Muito Fina	1
	Vasa	1

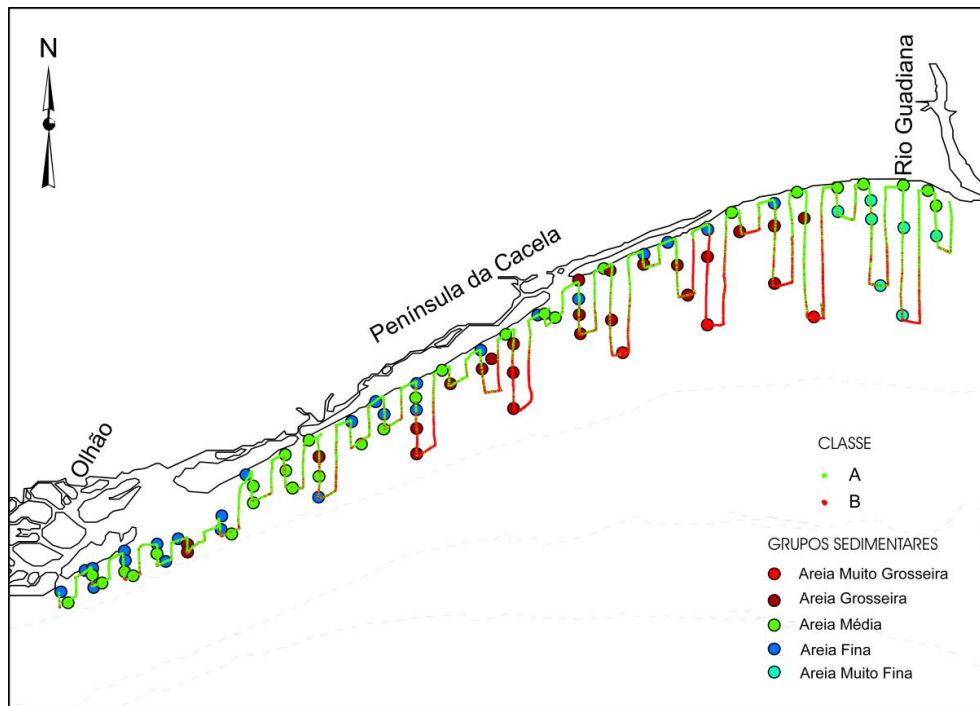


Figura 43 - Sobreposição do mapeamento acústico com a frequência de 200 kHz com a distribuição espacial dos grupos sedimentares na área de estudo.

De acordo com as tabelas 7 e 8 e com a sobreposição do mapeamento acústico de ambas as frequências na distribuição espacial dos grupos biológicos (Fig. 44 e 45) verificou-se que a classe acústica de ambas as frequências localizada junto à costa abrange o grupo biológico A, enquanto a classe acústica de ambas as frequências localizada mais ao largo engloba o grupo biológico B.

Tabela 7 - Caracterização biológica das classes acústicas para a frequência de 50 kHz.

50 kHz		
Classe Acústica	Grupo Biológico	Número de locais
A	A1	6
	A2	15
	A3	16
	B	1
B	A1	0
	A2	0
	A3	25
	B	23

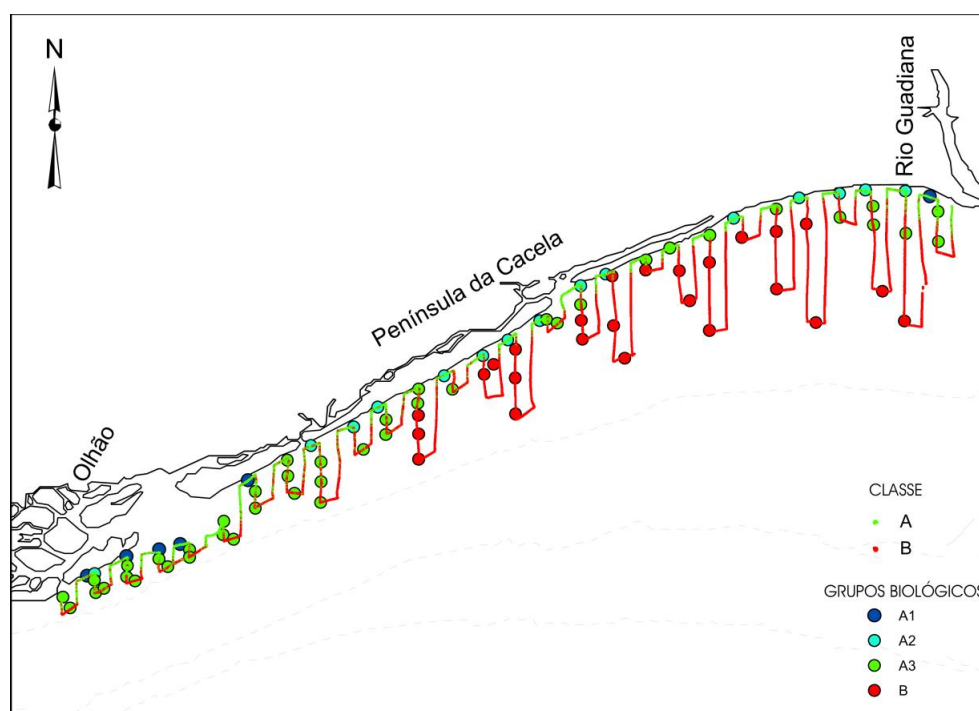


Figura 44 - Sobreposição do mapeamento acústico com a frequência de 50 kHz com a distribuição espacial dos grupos biológicos na área de estudo.

Tabela 8 - Caracterização biológica das classes acústicas para a frequência de 200 kHz.

200 kHz		
Classe Acústica	Grupo Biológico	Número de locais
A	A1	6
	A2	15
	A3	41
	B	11
B	A1	0
	A2	0
	A3	1
	B	13

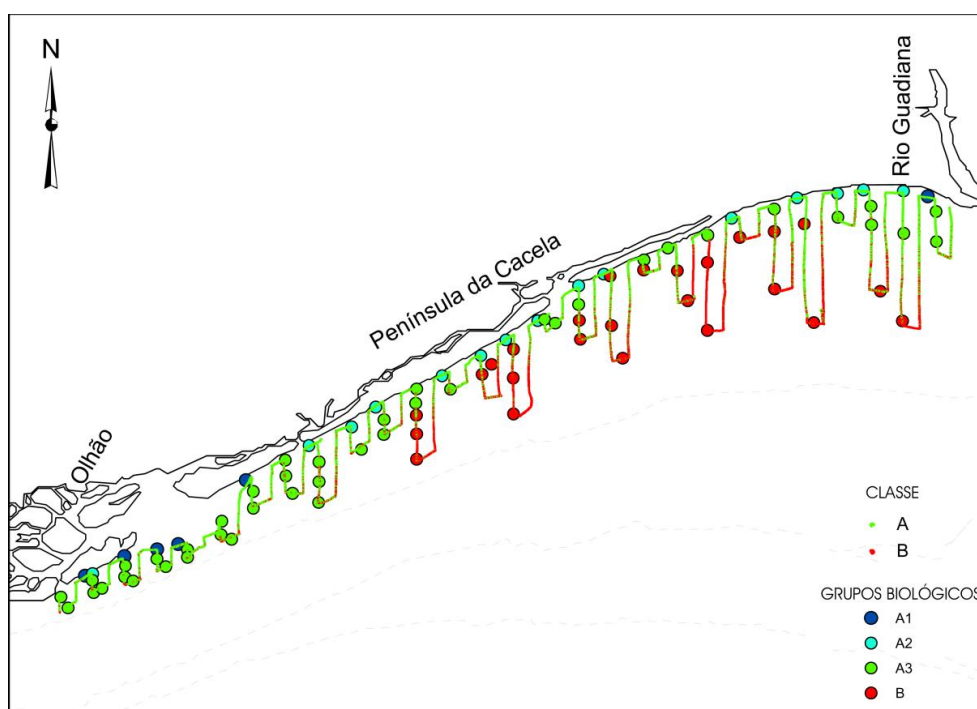


Figura 45 - Sobreposição do mapeamento acústico com a frequência de 200 kHz com a distribuição espacial dos grupos biológicos na área de estudo.

5. Discussão

Quando se pretende estudar comunidades bentónicas de substratos móveis é necessária uma análise granulométrica do sedimento. A compreensão da ecologia bentónica assenta na correlação entre a granulometria do sedimento e os organismos bentónicos que nele habitam. No caso concreto do Sotavento algarvio, segundo Mendes et al. (1999) e mais recentemente Falcão et al. (2003) os sedimentos são constituídos, fundamentalmente, por areias médias/finas e areias grosseiras, diminuindo a dimensão das partículas com a aproximação à costa. Esta situação veio a confirmar-se com as análises granulométricas efectuadas neste estudo.

No entanto, o aparecimento de 7 locais de areia muito fina junto à embocadura do Rio Guadiana é o resultado do transporte dos sedimentos provenientes deste rio (Magalhães, 2001 e Boski et al., 2008). Os estuários que afluem à plataforma funcionam, simultaneamente, como fornecedores de partículas finas e receptores de partículas mais grosseiras provenientes, quer do sistema fluvial localizado a montante quer do sistema litoral localizado a jusante. Os materiais provenientes destas zonas estuarinas são constituídos, essencialmente, por areias médias e, principalmente, areias finas e muito finas, siltes e argilas. No caso concreto do Rio Guadiana, este transporta um total de cerca de $2074,6 \times 10^3 \text{ m}^3$ de sedimento por ano, do qual $220,2 \times 10^3 \text{ m}^3$ é transportado junto ao fundo e $1854,4 \times 10^3 \text{ m}^3$ é transportado em suspensão (Magalhães, 2001).

Do ponto de vista biológico recorrendo à análise multivariável do software PRIMER 6, observou-se a formação de 4 grupos de afinidade tendo em conta a biodiversidade. O grupo A1, localizado junto à entrada da Ria Formosa é o grupo mais pobre ao nível da biodiversidade, o que pode dever-se às constantes trocas de água entre a Ria e o ecossistema marinho. Os grupos A2 e A3, localizados ao longo da ilha barreira, são grupos um pouco mais ricos comparativamente com o grupo A1 mas mais pobres comparativamente com o grupo B, localizado mais ao largo. A razão deste enriquecimento com o afastamento à costa poderá estar relacionado com a diminuição do hidrodinamismo a que os organismos estão sujeitos e com o facto da área B não corresponder a uma área de apanha de bivalves (Marques, 1987, Rufino, et al., 2010). Segundo Rufino et al. (2010) e Marques (1987), o tipo de sedimento é um factor condicionante da distribuição das espécies logo, o facto da área B ser caracterizada por areias grosseiras, contrariamente às áreas A1, A2 e A3 (areais médias e finas), poderá, também, contribuir para o aumento da diversidade na área mais afastada da costa.

Deste modo, denota-se um enriquecimento ao nível dos grupos de macroinvertebrados bentónicos da costa em direcção ao largo até à batimétrica dos 30 m. Um estudo efectuado por Marques (1987) na plataforma algarvia entre as batimétricas dos 20 e 450 m refere que, o número de espécies bentónicas diminui em função do afastamento da costa e do aumento da profundidade e que este comportamento se regista tanto no Oceano Atlântico como no Mediterrâneo. Assim, com base no que foi observado neste estudo e no estudo efectuado por Marques (1987), poderá inferir-se que a maior riqueza específica se localiza junto das batimétricas dos 20-30 m.

A área abrangida por este estudo até uma profundidade de cerca de 15 m corresponde a uma área de apanha de bivalves (Rufino et al., 2010, Gaspar et al., 2009 e Falcão et al., 2003) (Fig. 46).

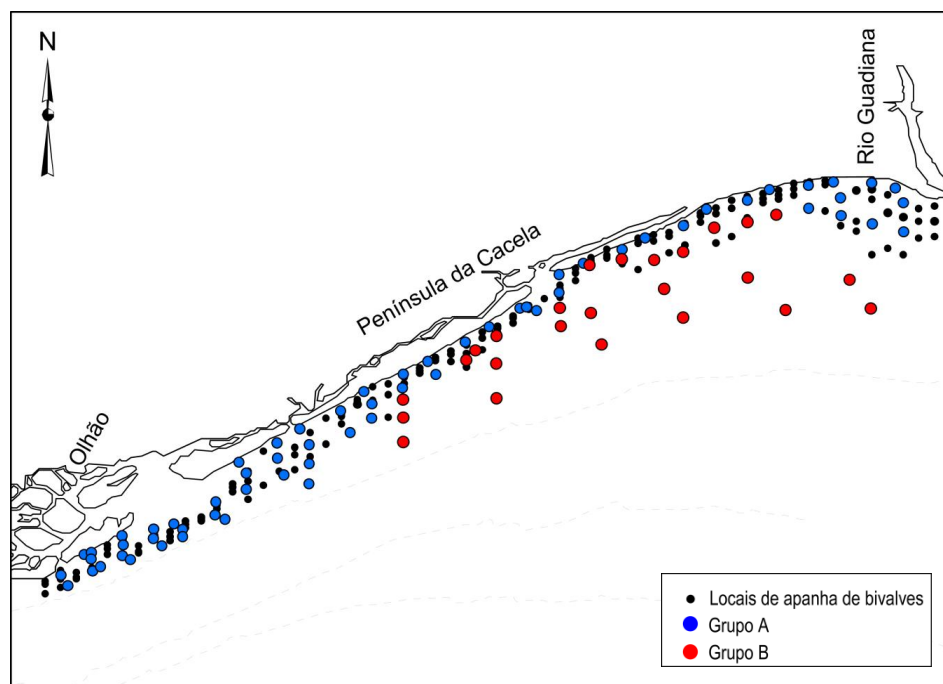


Figura 46 – Distribuição na área de estudo dos grupos de afinidade biológica A e B e dos locais de apanha de bivalves.

De acordo com os autores Gaspar et al. (2009), os géneros *Glycera* e *Spisula* são mais abundantes em áreas de apanha de bivalves (A1, A2 e A3) e menos abundantes na área onde não ocorre esta actividade (B) uma vez que não são seriamente afectadas pela apanha de bivalves, devido, respectivamente, à sua mobilidade e à protecção oferecida pela concha. As espécies de *Glycera* apresentam um comportamento predatório e uma elevada mobilidade o que leva a que respondam positivamente à

apanha de bivalves alimentando-se dos organismos que são mortos e/ou ficam expostos pela passagem das dragas (Fig. 47) (Gaspar et al., 2009).

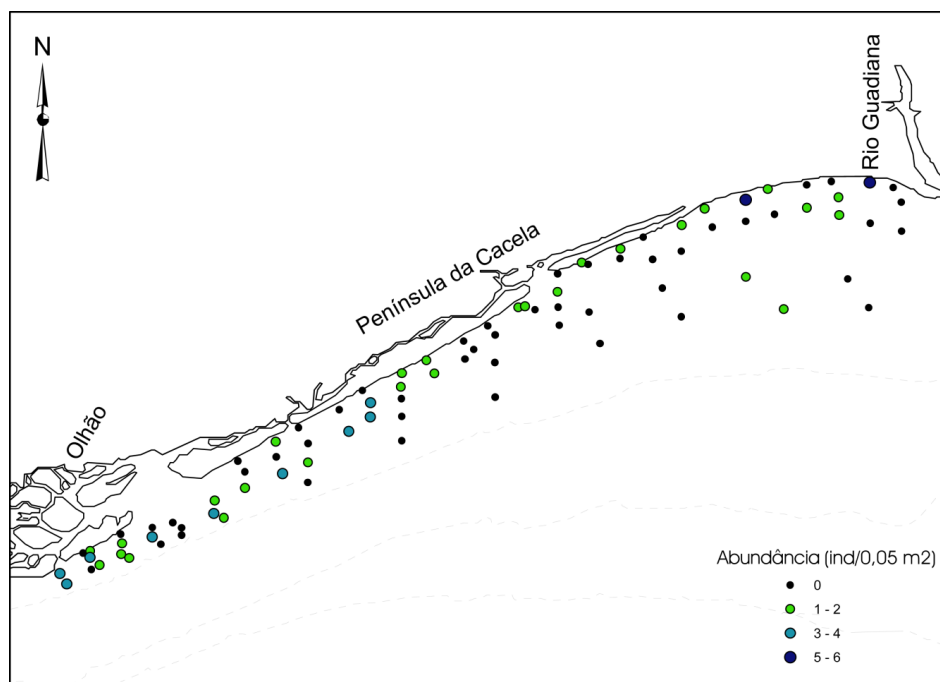


Figura 47 - Distribuição espacial na área de estudo de *Glycera tridactyla*.

Ainda de acordo com o autor Gaspar et al. (2009) a espécie *Diogenes pugilator* é uma espécie necrófaga e está relacionada com áreas de apanha de bivalves, nas quais a disponibilidade de alimento é superior àquela que se verifica em áreas onde não ocorre esta actividade. Além disso, as conchas de gastrópode nas quais esta espécie habita conferem-lhe protecção contra as dragas utilizadas para a apanha de bivalves, sendo assim justificada a sua presença nas áreas A1, A2 e A3 e a sua quase inexistência na área B (Fig. 29, pág.38). Por outro lado, espécies como *Prionospio fallax* e *Prionospio* cf. *multibranchiata* (Fig. 38 e 39, pág.44) são mais vulneráveis à apanha de bivalves pelo facto de apresentarem um comportamento sedentário, ficando expostos aos predadores após a passagem das dragas, o que justifica a maior abundância destas espécies na área B, na qual não ocorre apanha de bivalves (Gaspar et al., 2009).

No entanto, a distribuição das espécies bentónicas está directamente relacionada com o tipo de sedimento (Dolbeth et al., 2006). De acordo com este estudo, as áreas assinaladas por Gaspar et al. (2009) como áreas de apanha de bivalves e áreas onde esta actividade não se verifica apresentam diferentes tipos de sedimento. Assim, a

distribuição das espécies poderá estar relacionada com o tipo de sedimento e não propriamente com o facto das áreas estarem ou não sujeitas à apanha de bivalves.

O impacto da apanha de bivalves nas comunidades bentónicas depende dos organismos que habitam as áreas afectadas, na medida em que as características biológicas de cada organismo irão determinar a sua resistência à perturbação, sendo que, organismos com comportamentos oportunistas tendem a revelar uma menor vulnerabilidade. O aumento significativo de espécies necrófagas poderá induzir um desequilíbrio nas relações tróficas, limitando a capacidade de recuperação destas áreas (Gaspar et al., 2009).

Relativamente à análise acústica verificou-se que a frequência de 200 kHz aparentemente representa de um modo mais evidente a localização dos grandes grupos sedimentares e dois grandes grupos biológicos. No entanto, não se mostrou suficientemente eficaz na diferenciação dos tipos sedimentares e dos sub-grupos biológicos.

6. Conclusão

Após a concretização deste trabalho foi possível concluir que, comparando os dados granulométricos e biológicos com os dados acústicos, o sistema acústico utilizado é capaz de identificar duas grandes áreas sedimentares e dois grupos biológicos, não sendo, no entanto, capaz de identificar os sub-grupos sedimentares e biológicos existentes na área de estudo. Este facto reforça a necessidade de incluir o estudo de descritores ambientais e biológicos em estudos que envolvam o mapeamento detalhado biótopos bentónicos costeiros.

No entanto, e apesar das limitações reveladas pelo sistema acústico, constatou-se que este permite mapear as principais áreas com maior resolução espacial do que aquela que seria possível obter com recurso apenas à amostragem pontual.

Relativamente à distribuição dos macroinvertebrados bentónicos esta poderá estar relacionada com o tipo de sedimento e não propriamente com o facto das áreas estarem ou não sujeitas à apanha de bivalves. Apesar desta actividade causar perturbações nos organismos que habitam os fundos marinhos, poderá não ser a principal causa da distribuição das espécies.

7. Referências bibliográficas

Anderson, J. T., Gregory, R. S., Collins, W. T. 2002. Acoustic classification of marine habitats in coastal Newfoundland. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 156–167

Boski, T., Camacho, S., Moura, D., Fletcher, W., Wilamowski, A., Veiga-Pires, C., Correia, V., Loureiro, C., Santana, P. 2008. Chronology of the sedimentary process during the postglacial sea level rise in two estuaries of the Algarve coast, Southern Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 77: 230-244

Clarke, K. R., e Gorley, R. N. 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E: Plymouth, 190 pp.

Collins, W. T., Lacroix, P. 1997. Operational Philosophy of Acoustic Waveform Data Processing for Seabed Classification. (COSU '97) International Conference, Singapore, Malaysia 1, 225-234

Collins, W. T., Galloway, J. L. 1998. Seabed Classification and Multibeam Bathymetry: Tools for Multidisciplinary Mapping. *Sea Technology*, 39: 45-49

Collins, W. T., Rhynas, K. P. 1998. Acoustic seabed classification using Echo-Sounders: operational consideration and strategies. Canadian Hydrographic Conference, Victoria, Canada

Costa, F., Franca, M. 1982. Pesca artesanal na costa algarvia. Subsídio para o conhecimento do seu estado actual. Instituto nacional de Investigação das Pescas. Lisboa. 77 pp.

Dias, J.M., Sousa, M.C., Bertin, X., Fortunato, A.B., Oliveira, A. 2009. Numerical modeling of the impact of the Ancão Inlet relocation (Ria Formosa, Portugal). *Environmental Modelling & Software* 24: 711–725

Doeglas, D.J. 1968. Grain-size indices, classification and environment. *Sedimentology* 10: 83–100.

Dolbeth, M., Viegas, I., Martinho, F., Marques, J.C., Pardal, M.A. 2006. Population structure and species dynamics of *Spisula solida*, *Diogenes pugilator* and *Branchiostoma lanceolatum* along a temporalespatial gradient in the south coast of Portugal. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 66: 168e176

Ellingsen, Kari E., Gray, John S., Bjørnbom, E. 2002. Acoustic classification of seabed habitats using the QTC VIEW system. ICES Journal of Marine Science, 59: 825–835

Falcão, M., Gaspar, M.B., Caetano, M., Santos, M. N., Vale, C. 2003. Short-term environmental impact of clam dredging in coastal waters (south of Portugal): Chemical disturbance and subsequent recovery of seabed. Marine Environmental Research, 56: 649 – 664

Freeman, S., Mackinson, S. Flatt, R. 2004. Diel patterns in the habitat utilization of sandeels revealed using integrated acoustic surveys. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 305:141-154

Freitas, R., Silva, S., Quintino, V., Rodrigues, A. M., Rhynas, K., Collins, W. T. 2003a. Acoustic seabed classification of marine habitats: studies in the western coastal-shelf area of Portugal. ICES Journal of Marine Science, 60: 599-608

Freitas, R., Rodrigues, A. M., Quintino, V. 2003b. Benthic biotopes remote sensing using acoustics. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 285-286, 339-353

Freitas, R., Sampaio, L., Rodrigues, A. M., Quintino, V. 2005a. Sea-bottom classification across a shallow water bar channel in near shore shelf using single beam acoustics. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 65: 625-632

Freitas, R. 2005b. Utilização de métodos acústicos na caracterizaçãoremota de biótopos bentónicos. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. 122 pp.+ Anexos

Freitas, R., Rodrigues, A. M., Morris, E., Perez-Llorens, J. L., Quintino, V. 2008. Single-beam acoustic ground discrimination on shallow water habitats: 50 kHz or 200kHz frequency survey? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 78: 613-622

Gaspar, M.B., Monteiro, C.C. 2001. A pescaria de bivalves na costa sul algarvia - situação dos principais bancos. *Relat. Cient. Téc. Inst. Invest. Pescas Mar.*, nº 71, 24pp.

Gray, J. S., Dayton, P., Thrush, S. Kaiser, M. J. 2006. On effects of trawling, benthos and sampling design. *Marine Pollution Bulletin*, 52: 840-843

Gleason, A.C.R., Eklund, A.M., Reid, R.P., Koch, V. 2007. Acoustic signatures of the seafloor tools for predicting grouper habitat. *NOAA Professional Papers National Marine Fisheries Services*, 5: 38-47

Hamilton, L. J., Mulhearn, P. J., Poeckert, R. 1999. Comparison of RoxAnnand QTC-View acoustic bottom classification system performance for the Cairns area, Great Barrier Reef, *Australia Continental Shelf Research* 19: 1577-1597

Hewit, J. E., Thrush, S. F., Legendre, P., Funnell, G. A., Ellis, J., Morrison, M. 2004. Mapping of marine soft-sediment communities: integrated sampling for ecological interpretation. *Ecological Applications*, 14(4): 1203–1216

Kenny, A. J., Andrulewicz, E., Bokuniewicz, H., Boyd, S. E., Breslin, J., Brown, C., Cato, I., Costelloe, J., Desprez, M., Dijkshoorn, C., Fader, G., Courtney, R., Freeman, S., de Groot, B., Galtier, L., Helmig, S., Hillewaert, H., Krause, J.C., Lauwaert, B., Leuchs, H., Markwell, G., Mastowske, M., Murray, A. J., Nielsen, P. E., Ottesen, D., Pearson, R., Mackinson, S., Freeman, S., Flatt, R., Miadows, B. 2004. Improved acoustic survey that save time and money: integrating fisheries and ground-discrimination acoustic technologies. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 305: 129-140

Larsonneur, C. 1977. La cartographie des depots meubles sur le plateau continental français: méthode mise au point et utilisée en Manche. *Journal Recherche Océanographic* 2(2): 33–39.

Magalhães, F. 2001. Os sedimentos da plataforma continental portuguesa: contrastes espaciais, perspectiva temporal, potencialidades económicas. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Lisboa. Lisboa. Portugal. 287pp. + Glossário

Mair, J. M., Cunningham, S. L., Sibaja- Cordero, J. A., Guzman, H. M., Arroyo, M. F., Merino, D., Vargas, R. 2009. Mapping benthic faunal communities in the shallow and deep sediments of Las Perlas Archipelago. Pacific Panama. Marine Pollution Bulletin, 58: 375-383

Marques, V. 1987. A plataforma continental do Algarve: definição quantitativa das biocenoses de substrato móvel. Instituto Hidrográfico. Lisboa. Portugal. 204 pp.

Mendes, I., Ferreira, Ó., Matias, A. 1999. Comparação Granulométrica – Temporal entre a Praia de faro e a Península de Cacela. 10º Congresso do Algarve, Portimão

Minami, M., 2000. Using Arc Map. ESRI ed., New York, 528 p.

Moyer, R.P., Riegl, B., Banks, K., Dodge, R.E., 2005. Assessing the accuracy of acoustic seabed classification for mapping coral reef environments in South Florida (Broward County, USA). Revista de Biología Tropical 53: (Supl. 1): 175-184.

Olsgard, F., Schaanning, M. T., Widdicombe, S., Kendall, M. A., Austen, M. C. 2008. Effects of bottom trawling on ecosystem functioning. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 366: 123-133

Palma, J., Reis, C., Andrade, J.P. 2003. Flatfish discarding practices in bivalve dredge fishing off the south coast of Portugal (Algarve). Journal of Sea Research, 50: 129– 137

Preston, J., Inouchi, Y., Shioya, F., 2006. Acoustic classification of submerged aquatic vegetation. In: Freitas, R., Rodrigues, A. M., Morris, E., Perez-Llorens, J. L., Quintino, V. 2008. Single-beam acoustic ground discrimination os shallow water habitats: 50 kHz or 200kHz frequency survey?. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 78: 613-622

QTC IMPACT User Manual, 2004. QTC IMPACT™ Acoustic Seabed Classification. User Manual, Version 3.40. Quester Tangent Corporation, Marine Technology Centre, Sidney, B.C., Canada, 153 p.

Quintino, V., Rodrigues, A.M., Gentil, F., 1989. Assessment of macrozoobenthic communities in the lagoon of Óbidos, western coast of Portugal. *Scientia Marina*, 53: 645-654.

Quintino, V., Freitas, R., Mamede, R., Ricardo, F., Rodrigues, A. M., Mota, J., Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C. 2010. Remote sensing of underwater vegetation using single-beam acoustics. *ICES Journal of marine Science*, 67: 000-000

Rendas, M-J, Rogers, S, Schuttenhelm, R., Stolk, A., Side, J., Simpson, T., Uscinowicz, S., Zeiler, M., 2000. An overview of seabed mapping technologies in the context of marine habitat classification. ICES ASC September: Theme session on classification and mapping of marine habitats. CM 2000/T:10

Rieg, B. M., Moyer, R. P., Morris, L. J., Virnstein, R. W., Purkis, S. J. 2005. Distribution and seasonal biomass of drift macroalgae in the Indian River Lagoon (Florida, USA) estimated with acoustic seafloor classification (QTC View, Echoplus). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 326: 89-104

Riegl, B. M., Purkis, S. J., 2005. Detection of shallow subtidal corals from IKONOS satellite and QTC VIEW (50, 200 kHz) single-beam sonar data (Arabian Gulf; Dubai, UAE). *Remote Sensing of Environment*, 95: 96-114

Rufino, M.M., Gaspar, M.B., Pereira, A.M., Maynou, F., Monteiro, C.C. 2010. Ecology of megabenthic bivalve communities from sandy beaches on the south coast of Portugal. *Scientia Marina*, 74(1): 000-000

Solan, M., Germano, J. D., Rhoads, D. C., Smith, C., Michaud, E., Parry, D., Wenzhöfer, F., Kennedy, B., Henriques, C., Battle, E., Carey, D., Iocco, L., Valente, R., Watson, J., Rosenberg, R., 2003. Towards a greater understanding of pattern, scale and process in marine benthic systems: a picture is worth a thousand worms. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 285–286, 313–338

Svane, I., Hammett, Z., Lauer, P., 2009. Impact of trawling on benthic macro-fauna and -flora of the Spencer Gulf prawn fishing grounds. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 82: 621-631

Tegowski, J., 2005. Acoustical classification of the bottom sediments in the southern Baltic Sea. *Quaternary International* 130: 153–161